

Häckel, Mario

Konstruktion einer Greifereinrichtung zum Transport einer
Werkstückaufnahme mit einem 3-Achs-Handling

BACHELORARBEIT

HOCHSCHULE MITTWEIDA

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Fachbereich Maschinenbau/Feinwerktechnik

Mittweida, 2011

Häckel, Mario

Konstruktion einer Greifereinrichtung zum Transport einer

Werkstückaufnahme mit einem 3-Achs-Handling

eingereicht als

BACHELORARBEIT

an der

HOCHSCHULE MITTWEIDA

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Fachbereich Maschinenbau/Feinwerktechnik

Mittweida, 2007

Erstprüfer:

Zweitprüfer:

vorgelegte Arbeit wurde verteidigt am: 28-02-2011

Bibliographische Beschreibung:

Häckel, Mario:

Die Konstruktion einer Greifereinrichtung zum Transport einer Werkstückaufnahme mit Einem 3-Achs-Handling. 2011. – 35 S.

Mittweida, Hochschule Mittweida, Fachbereich Maschinenbau / Feinwerktechnik,

Bachelorarbeit 2011

Referat:

Ziel der Bachelorarbeit ist die Konstruktion eines voll automatischen 3-Achs-Handlings, welches mittels Greifereinrichtung einen Werkstückhalter mit definierten Maßen, von einem Transportsystem zu einem anderen fördert. Dazu wird in dieser Bachelorarbeit nach Anforderungen und Aufgaben für die Anlage ein Konzept erstellt und nach Auswahl und Auslegung der zu verwendenden Materialien, Halbzeuge, Bauteile sowie Komponenten eine Lösung für eine Konstruktion ausgearbeitet. Die Konstruktion der Anlage wird mittels 3D-Konstruktionsprogramm erstellt und die technischen Gesamt-, Gruppen- und Bauteilzeichnungen davon abgeleitet. Zum Erfassen aller Baugruppen und Bauteile der Konstruktion, werden die dazugehörigen Stücklisten angelegt.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	1
2 Stand der Technik.....	2
2.1 Gestelle der Handlingsysteme.....	2
2.2 Linearführungen und Linearantriebe.....	2
2.3 Sensoren.....	2
2.4 Schwenkeinheiten.....	3
2.5 Übersicht Linearführungen.....	3
2.6 Übersicht Linearantriebe.....	5
2.7 Übersicht Schwenkeinheiten.....	7
3 Aufgaben des Übergabehandlings.....	8
4 Aufbau des Übergabehandlings und Auswahl der Komponenten.....	10
4.1 Gestell.....	11
4.1.1 Auswahl der Linearantriebe und Motor.....	13
4.1.2 Parameter und Vorgaben.....	13
4.1.3 Auswahl der Linearachse.....	14
4.1.4 Auswahl der Verbindungswelle.....	15
4.1.5 Auswahl des Antriebsmotors.....	16
4.2 x-Achse Traverse.....	17
4.2.1 Auswahl des pneumatischen Antriebes, der Führungen und der Sensorik.....	18
4.2.2 Auswahl der pneumatischen Linearachse.....	18
4.2.3 Auswahl der Linearführungen.....	19
4.2.4 Auswahl der Sensoren.....	22
4.3 z-Achse.....	22
4.3.1 Auswahl des Linearantriebes, des Motors, Schmierstoffzuführung und der externen Dämpfer.....	23
4.3.2 Auswahl des Linearantriebes.....	24
4.3.3 Auswahl des Antriebsmotors.....	26

4.3.4 Auswahl der externen Dämpfer.....	27
4.3.5 Auswahl des Schmiersystems.....	27
4.4 Greifer.....	28
4.4.1 Auswahl der Schwenkeinheit und der externen Dämpfer sowie Sensoren.....	29
4.4.2 Auswahl der Schwenkeinheit.....	29
4.4.3 Auswahl der Dämpfer.....	30
4.4.4 Auswahl der Sensoren.....	31
5 Instandhaltung.....	32
5.1 Wartungsplan des Übergabehandlings.....	33
6 Technische Zeichnungen der Baugruppen und Bauteile.....	33
7 Stücklisten.....	33
8 Zusammenfassung und Ausblick.....	34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gleitflächen-Technologie.....	3
Abbildung 2: Profilschienenführung mit Kugelkettentechnologie.....	4
Abbildung 3: Laufrollensystem.....	4
Abbildung 4: Zahnriementrieb.....	5
Abbildung 5: Zahnriementrieb mit Omega-Ausführung.....	5
Abbildung 6: Gewindetrieb.....	6
Abbildung 7: Zahnstangentrieb.....	6
Abbildung 8: pneumatische Linearachse.....	6
Abbildung 9: Funktionsschnittbild pneumatische Schwenkeinheit.....	7
Abbildung 10: Funktionsschnittbild elektro-pneumatische Schwenkeinheit.....	7
Abbildung 11: Funktionsschnittbild elektrische Schwenkeinheit.....	8
Abbildung 12: Beladung der Kurbelwellenzuführung.....	8
Abbildung 13: Beladung der Kurbelwellenzuführung.....	10
Abbildung 14: Übergabehandling / Kurbelwellenzuführung.....	10
Abbildung 15: Gestell.....	11
Abbildung 16: Lasten und Momente für AXC120Z von SNR.....	14
Abbildung 17: Verbindungswellen von SNR.....	15
Abbildung 18: Standard Servomotoren für die Lineartechnik von Bosch Rexroth....	16
Abbildung 19: x-Achse Traverse.....	17
Abbildung 20: Origa System Plus – Datenblatt P-1.01.002-1, P-1.01.002-2.....	19
Abbildung 21: THK Hauptkatalog S.A-90.....	19
Abbildung 22: Führungstypen SHS.....	20

Abbildung 23: Arbeitszyklus.....	21
Abbildung 24: z-Achse.....	22
Abbildung 25: Belastung Parallelmodul.....	25
Abbildung 26: Standard Servomotoren für die Lineartechnik von Bosch Rexroth.....	26
Abbildung 27: Greifer.....	28
Abbildung 28: Belastung Schwenkmodul.....	29

1 Einleitung

In der Automatisierungstechnik und Antriebstechnik werden Geräte die den Materialfluss von oder zu einer Wirkstelle bewältigen als Handhabungseinrichtung, auch Handlingsystem, Balancer oder Manipulator oder Handlingmodul bezeichnet. Die Begriffe Handlingsysteme und Handlingmodule werden vor allem in der Lineartechnik verwendet, wo zum Beispiel mit Hilfe von Aluminiumprofilen, Linearführungen und verschiedenen Linearantrieben ganze Portalroboter zu Handlingzwecken aufgebaut werden. Die Anschaffung eines Handlingsystems dient nicht nur der Rationalisierung der Produktionsprozesse, sondern auch der Verbesserung der Ergonomie am Arbeitsplatz. Handlingsysteme sind speziell angefertigte Hilfen zur Beförderung von Lasten. Sie werden individuell auf die verschiedenen Bedürfnisse der Kundschaft hin einzeln gefertigt. [1]

Das Handlingsystem des Bachelorthemas steht auf einem Transportsystem, auf dem ein Produkt von einem anderen übergesetzt werden soll. Da es eine vollautomatische Anlage ist, müssen die Steuerungen beiden Transportsysteme aufeinander abgestimmt werden. Die Automatisierung erfordert den Einsatz von Sensortechnik zur Überwachung, Abfrage von Positionen bzw. Stellungen von Anlagekomponenten oder Beladungszustände. Ebenfalls ist die Sicherheitsabfrage durch Sensoren, für eine Schutzeinrichtung und Schutzumhausung, während Wartungsarbeiten zur Instandhaltung der Anlage notwendig, um menschlichen Schaden zu vermeiden.

Zur Konstruktion des Beladehandlings kommen Kaufteile wie Linearantriebe, Führungen, Motoren, Sensoren, Dämpfer und Schwenkmodule von spezialisierten Herstellern die auf dem neuesten Stand der Technik sind.

2 Stand der Technik

2.1 Gestelle der Handlingsysteme

Gestelle von Handlingsystemen tragen alle Komponenten die zum Bewegen dienen oder bewegt werden. In Handlingsystemen kommen Komponenten wie Linearführungen, Motoren, Drehmodule und Greifer zu Einsatz, aber auch andere Teile und Baugruppen werden der Arbeitsaufgabe entsprechend vorgesehen. Hier können Linearantriebe und Führungen, durch Stahlkonstruktionen unterstützt werden, um übermäßige Verwindung und Durchbiegungen der Konstruktion zu vermindern und die Lebensdauer z.B. von Linearführungen damit zu erhöhen. Teilweise sind Linearantriebe auch ohne Unterstützung verbaut und können somit selbst die anfallenden Lasten aufnehmen.

2.2 Linearführungen und Linearantriebe

Führungen und Lagerungen dienen zum Binden von Freiheitsgraden und sollen eine möglichst reibungsfreie Translation auf einer linearen Bahn garantieren. Linearführungen werden auf vielen Gebieten eingesetzt, wie z.B. im Maschinenbau, in der Handhabungstechnik, im Vorrichtungsbau und in der Feinwerktechnik. Linearführungen können z.B. als Bausteine für Greifer, Roboter, Verschiebetische, Halterungen, Messwerkzeuge und dgl. verwendet werden.

Ein Linearantrieb ist eine Vorrichtung, die dazu verwendet wird, mittels einer Linearführung Bewegung, typischerweise eine lineare Hin- und Herbewegung, einer Baugruppe oder Bauteils entlang eines erwünschten Pfades verursachen.

2.3 Sensoren

Ein Sensor, (Messgrößen-)Aufnehmer oder (Mess-)Fühler ist ein technisches Bauteil, das bestimmte physikalische oder chemische Eigenschaften (z. B.: Wärmestrahlung, Temperatur, Feuchtigkeit, Druck, Schall, Helligkeit oder Beschleunigung) und/oder die stoffliche Beschaffenheit seiner Umgebung qualitativ oder als Messgröße quantitativ erfassen kann. Diese Größen werden mittels physikalischer oder chemischer Effekte erfasst und in weiterverarbeitbare Größen (meist elektrische Signale) umgeformt. [2] Sensoren gibt es zur Objekterkennung, Weg- und

Abstandsmessung in verschiedenen Ausführungen wie z.B. Ultraschall-, Kapazitiv-, Induktivsensoren und optoelektrisch.

2.4 Schwenkeinheiten

Schwenkeinheiten sind Vorrichtungen die dazu verwendet werden normalerweise eine Drehbewegung von Baugruppen und Bauteilen um eine gewünschte Achse zu bewirken. Sie gibt es in verschiedenen Antriebsvarianten.

2.5 Übersicht Linearführungen

- Lineargleitführungen

Die Gleitflächen-Technologie zeichnet sich durch eine einfache, robuste Konstruktion bestehend aus Schlitten und Laufschiene mit wartungsfreien Laufflächen aus.

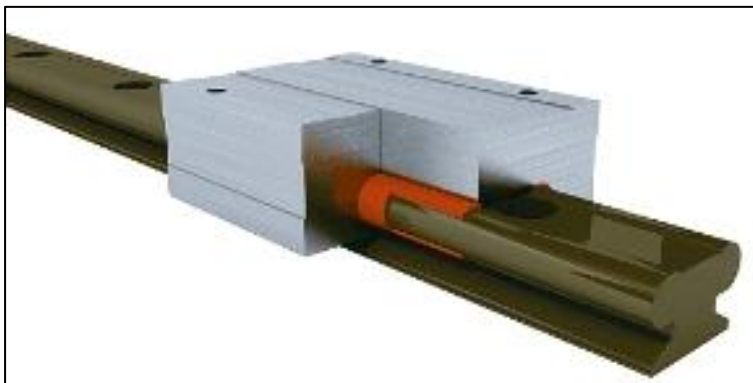


Abbildung 1: Gleitflächen-Technologie

- Linearwälzführungen

Die Kugelkettentechnologie ermöglicht einen sanften und ruhigen Lauf der Führung.

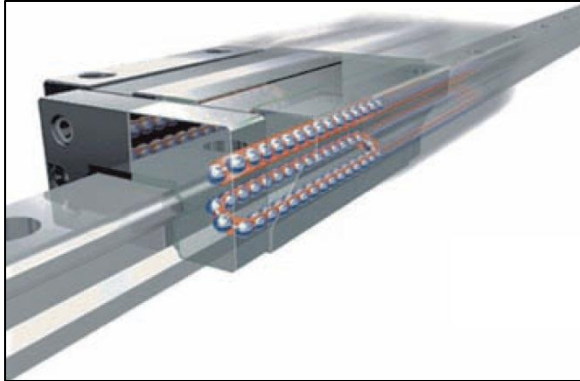


Abbildung 2: Profilschienenführung mit Kugelkettentechnologie

- Laufrollenführung

Durch eine exzentrische Lagerung zweier Laufrollen kann das Führungssystem exakt eingestellt werden und bekommt somit werksseitig immer die richtige Vorspannung bzw. Spielfreiheit.

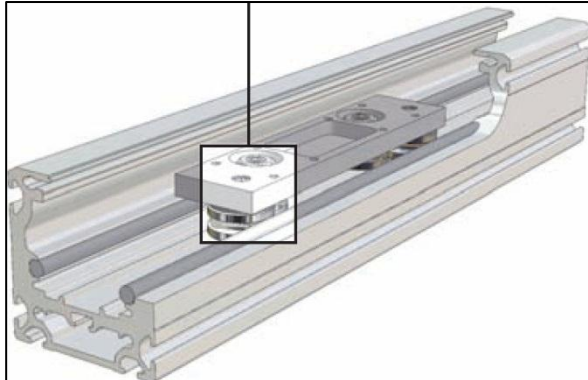


Abbildung 3: Laufrollensystem

2.6 Übersicht Linearantriebe

- Zahnriementrieb

Der Zahnriemen wird vorrangig für schnelle Handlings,- und Positionsaufgaben eingesetzt, da hier der Geschwindigkeit höchste Bedeutung beigemessen wird.

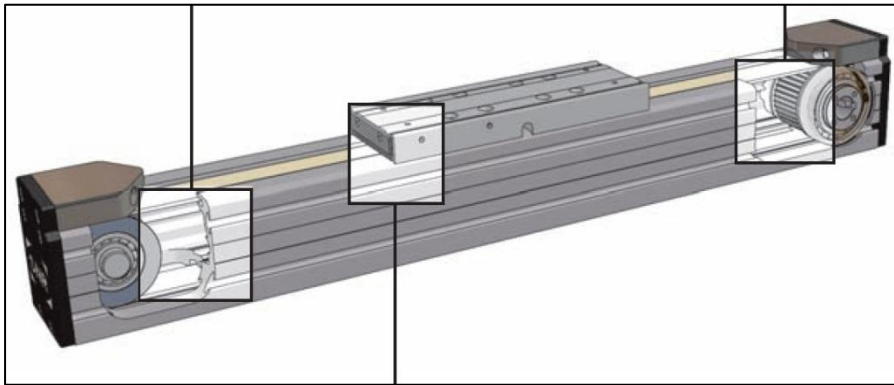


Abbildung 4: Zahnriementrieb

- Zahnriemenantrieb in Omega-Ausführung

Optimal für hohe Dynamik bei leichten bis mittleren Lasten in vertikaler Einbaulage durch geringe bewegte Eigenmasse, da der Antrieb an der fest stehenden Schlitteneinheit montiert ist.

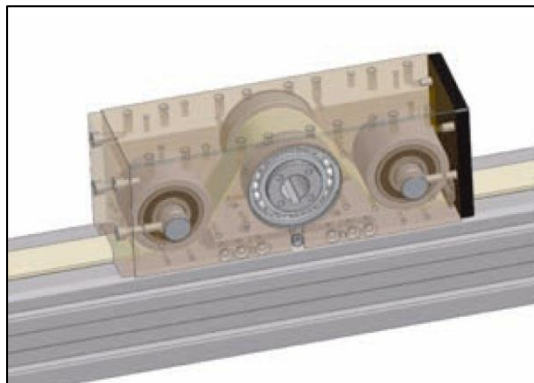


Abbildung 5: Zahnriementrieb in Omega-Ausführung

- Gewindetrieb

Der Gewindetrieb, insbesondere der Kugelgewindetrieb, findet seinen Einsatz unter anderem dort, wo hohe Positionier- und Wiederholgenauigkeiten in Kombination mit einer hohen Steifigkeit des Antriebselementes gefordert werden.

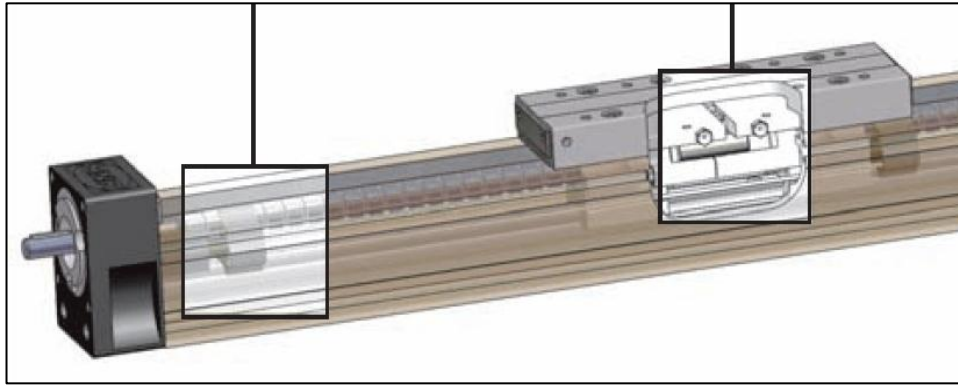


Abbildung 6: Gewindetrieb

- Zahnstangentrieb

Besonders vertikale Anwendungen können mit diesem Antriebssystem äußerst betriebssicher ausgeführt werden.

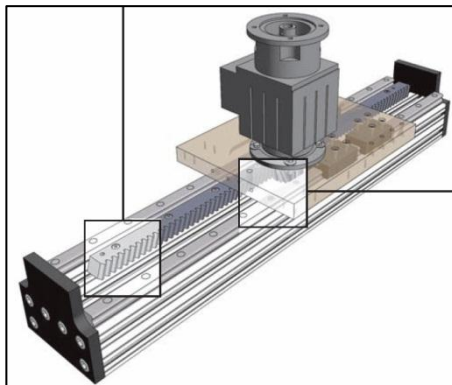


Abbildung 7: Zahnstangentrieb

- Pneumatischer Antrieb

Pneumatische Linearachsen bieten, bei sich wiederholenden schnellen Bewegungsabläufen, hohe Laufleistung und einfache Steuermöglichkeiten.

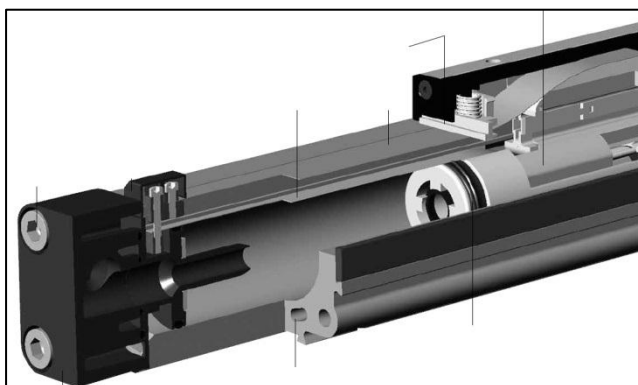


Abbildung 8: pneumatische Linearachse

Linearantriebe können aus den verschiedenen Kombinationen von Systemen der Antriebe und Führungen bestehen. Außerdem existieren noch andere Ausführungen der Linearantriebe, wie z.B. Parallelmodule für eine höhere Steifigkeit, Lineartische für hohe Lasten und Drehmomentbelastungen, Teleskopachsen für enge Bauräume durch Kombination von Antriebssystemen und Hubachsen zu hohen Übertragung dynamischer Betriebskräfte. Somit kann für jeden Anwendungsfall und für die verschiedenen Arten und Überschneidungen der Belastung, der richtige Linearantrieb ausgewählt werden.

2.7 Übersicht Schwenkeinheiten

- pneumatische Schwenkeinheit

Der Antrieb erfolgt pneumatisch über das Schwenkflügelprinzip.

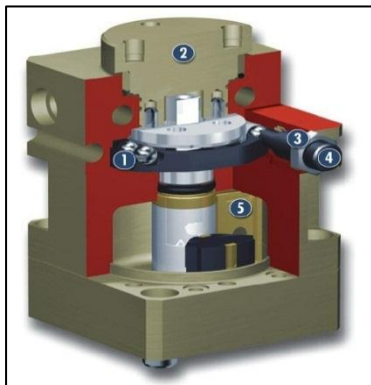


Abbildung 9: Funktionsschnittbild pneumatisches Schwenkmodul

- elektro-pneumatische Schwenkeinheit

Pneumatischer und elektrischer Antrieb ergänzen sich. Die Pneumatik stellt die hohe Leistungsdichte zur Verfügung, die Elektrik die kurzen Reaktionszeiten, die freie Positionierbarkeit und feine Regelbarkeit.

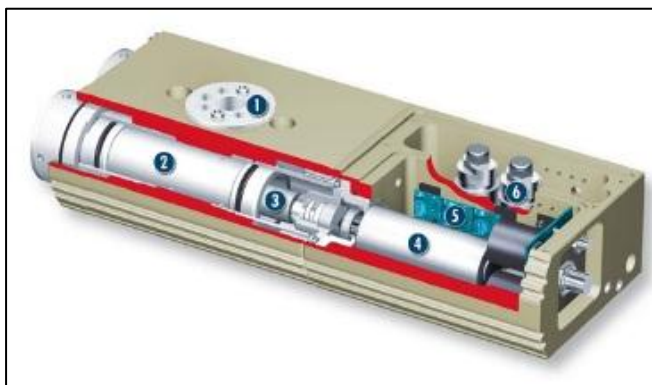


Abbildung 10: Funktionsschnittbild elektro-pneumatische Schwenkeinheit

- elektrische Schwenkeinheit

Für flexible Anwendungen durch Servomotor mit großem Positionierbereich.



Abbildung 11: Funktionsschnittbild elektrische Schwenkeinheit

3 Aufgaben des Übergabehandlings

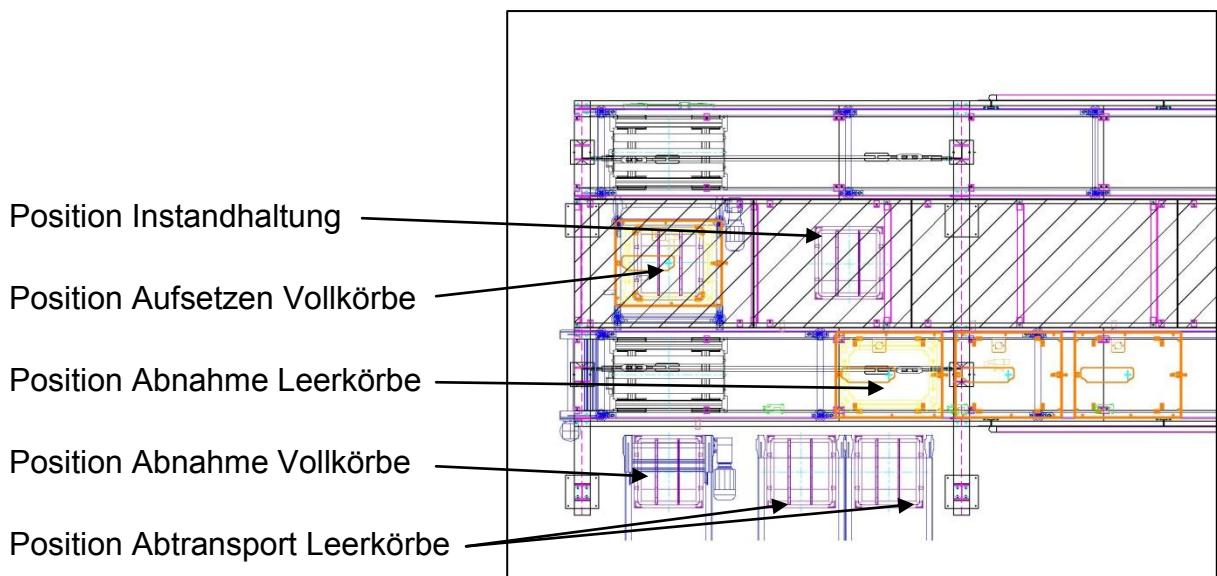


Abbildung 12: Beladung der Kurbelwellenzuführung

Das Übergabehandling dient zum Transport eines Produktes, welches ein Werkstückträger ist. Der Werkstückträger kommt zum Einsatz, um Kurbelwellen zu transportieren. Transportiert werden zwei Typen von Kurbelwellen, je drei des gleichen Typs werden in einem Werkstückträger befördert, der als Kurbelwellenkorb bezeichnet wird. Dieser Kurbelwellenkorb wird von einer definierten Position auf dem Kurbelwellen zubringenden Transportsystem abgenommen und auf ein anderes Transportsystem umgesetzt. Diese zwei Transportsysteme stehen 90 Grad

zueinander und besitzen eine Höhendifferenz von ca. 1m. Das Transportsystem, welches die Kurbelwellen zuführt, besteht aus drei einzelnen Bahnen, wobei eine für den Hintransport der Kurbelwellenkörbe dient und die zwei anderen für den Abtransport der leeren Körbe ausgelegt sind. Umgesetzt wird auf das tieferliegende Transportsystem, welches aus einer Transportbahn für die vollen Kurbelwellenkörbe und eines für die leeren bzw. mit fehlerhaften Kurbelwellen bestückten Kurbelwellenkörbe besteht. Die Kurbelwellen werden zu einer Motorenmontagelinie befördert und dort mittels Greifroboter einzeln aus dem Kurbelwellenkorb genommen. Bei dem Umsetzvorgang wird immer ein Korb aufgenommen um 180 Grad gedreht und übergeben, jedoch sollen auf dem Transportband, welches die vollen Kurbelwellenkörbe liefert und die leeren abtransportiert zwei Kurbelwellenkörbe aufeinander stehen können.

Der Übergabevorgang im kompletten ist ein Arbeitszyklus und soll in einer vorgegebenen Zeitspanne von 80 Sekunden ablaufen. Dieser Arbeitszyklus beinhaltet das Übergeben eines voll beladenen Kurbelwellenkorbes und Entladen eines leeren Korbes, danach fährt der Greifer wieder in Ausgangsstellung. Insgesamt muss das Übergabehandling 7 Positionen Anfahren können. Zu nennen ist die Ausgangsstellung in der sich das Beladehandling vor und nach jedem Arbeitszyklus befindet. Des Weiteren gibt es die Wartungsposition, in der am Übergabehandling im stillgesetzten Zustand Instandhaltungsarbeiten durchgeführt werden können. Zwei weitere Positionen werden für das Abnehmen und das Aufsetzen des vollen Kurbelwellenkorbes benötigt. Des Weiteren gibt es Positionsstellung, um den leeren oder mit fehlerhaften Kurbelwellen bestückten Korb abzunehmen und zwei zum Aufsetzen dieser.

Um definierte Positionen zum Beladen und Abnehmen der Kurbelwellenkörbe zu gewährleisten wurde in der Kurbelwellenzuführung, jeweils eine Hub-Positioniereinheit installiert. Die Hub-Positioniereinheit fixiert den Werkstückträger, welcher die Transportplattform der Kurbelwellen darstellt. Auf der Kurbelwellenzuführung steht immer eine Reihe von Werkstückträgern mit Kurbelwellenkörben bereit, um vom Beladehandling abgenommen zu werden. Der dabei entstehende Stau wird, durch in der Kurbelwellenzuführung verbauten Vereinzelern gesteuert.

Auflagepunkte des Handlings

Hub-Positioniereinheit

Vereinzeler

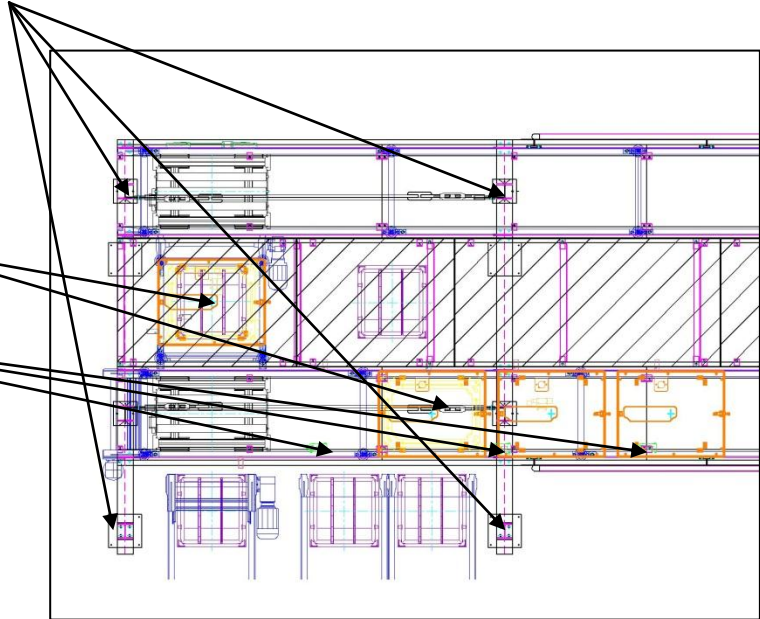


Abbildung 13: Beladung der Kurbelwellenzuführung

4 Aufbau des Übergabehandlings und Auswahl der Komponenten

Hinten

Links

rechts

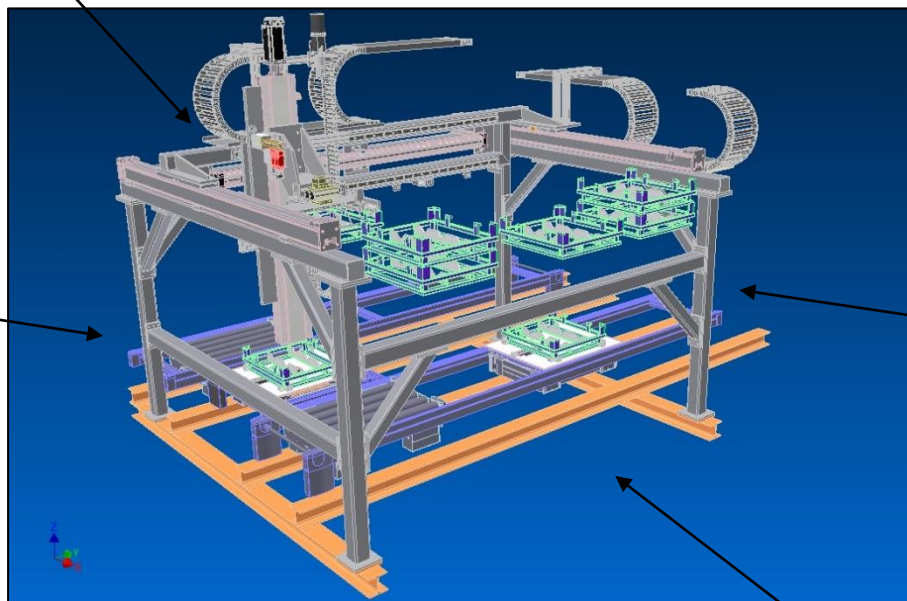


Abbildung 14: Übergabehandling / Kurbelwellenzuführung

Vorne

Das Übergabehandling ist ein 3-Achs-Handling, welches vertikal über die z-Achse, horizontal über die x-Achse nach links und nach rechts fährt sowie nach hinten bzw. nach vorn über die y-Achse, außerdem kann die Produktberührende horizontal gedreht werden. Zum Einsatz kommt hier ein durch ein Servomotor angetriebenes Parallelmodul mit Kugelgewindetrieb und Schienenführung für die vertikale Bewegung, ein pneumatischer Linearantrieb für die Horizontalbewegung in x-Richtung und zwei gekoppelte Linearantriebe mit Zahnriemen und Schienenführung angetrieben durch einen Servomotor für eine Bewegung in y-Richtung. Die horizontale Drehbewegung wird mittels pneumatischer Schwenkeinheit ausgeführt. Das gesamte Übergabehandling besteht aus den fünf Hauptbaugruppen Gestell, x-Achse Traverse, Z-Achse, Greifer und Sicherheitsabsteckung.

4.1 Gestell

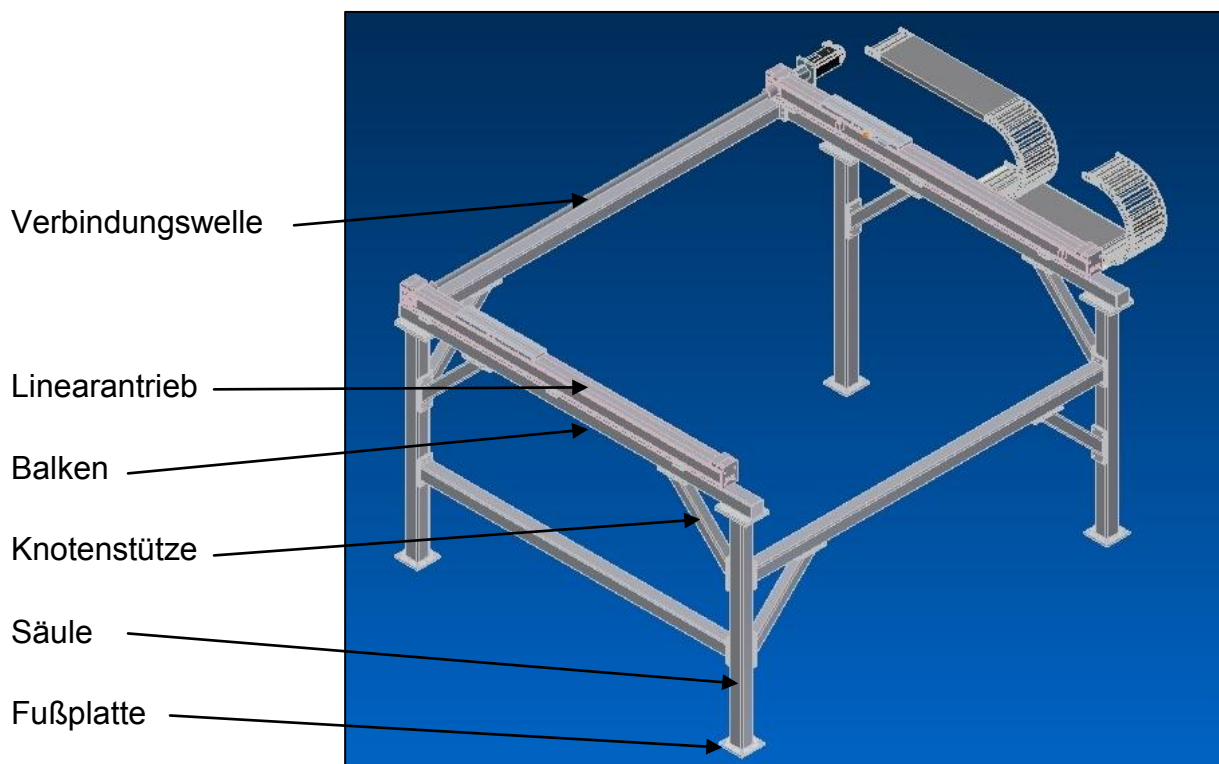


Abbildung 15: Gestell

Das Gestell bildet die Grundkonstruktion auf dem alle anderen Hauptbaugruppen platziert sind und darauf verfahren. Das Gestell wird auf definierten Punkten der

Stahlunterkonstruktion der Kurbelwellenzuführung montiert. Das Gestell besteht aus vier Säulen, dabei liegt jeweils ein Balken auf zwei Säulen. Die Balken liegen parallel zueinander und dienen als Auflage für elektrische Linearantriebe, die mit einer Kupplungswelle verbunden sind und die horizontale Bewegung in y-Richtung mittels Servomotor realisieren.

Um seitliche Kräfte aufzunehmen wird quer zu den Balken an den von vorn gesehenen Säulen eine Querstrebe montiert. Hinten erhält das Gestell zwischen den Balken für die Linearachsen eine Querstrebe, die ebenfalls als Hohlprofil ausgeführt wird. Außerdem bekommen die Säulen der linken Linearantriebsseite auch eine Querverbindung, welche ein Hohlprofil gleicher Dimension ist. Weiterhin sind Knotenstützen auf jeder der vier Seiten des Gestells an rechtwinklig zueinander stehenden Hohlprofilen vorgesehen.

Säulen, Streben, Balken und Knotenstützen werden sind einzelne Schweißbaugruppen und werden über Verbindungsflansche miteinander zur Baugruppe Gestell verschraubt. Die Verbindungsflansche verfügen über Passbohrungen, die ein Verschrauben mit geringen Positionsabweichungen ermöglichen.

Jede Säule besitzt eine Fußplatte, diese wird auf eine Grundplatte, welche an der Stahlkonstruktion der Kurbelwellenzuführung durch Verschweißen aufgebracht ist, verschraubt. Sie wird über vier Durchgangslöcher in der Platte mit der Grundplatte über Gewindebohrungen befestigt, wobei ein waagerechtes Ausrichten des Gestells, durch vier Schrauben in separaten Gewindebohrungen der Fußplatte, gegen die Grundplatte gedrückt werden und eine Höhenänderung stattfindet. Sollten nun die Platten nicht mehr parallel gegenüber liegen, sichert der Einsatz von Kugelscheiben und Kugelpfannen eine richtig ausgeführte Schraubverbindung.

Zur Befestigung der Linearantrieb Kompaktmodule auf den Balken, sind je drei Bleche auf den Balken verschweißt, welche mit Gewindebohrungen versehen sind. Diese Gewindebohrungen werden zum Verschrauben der Befestigungsleisten genutzt, die vom Systemanbieter der Kompaktmodule zu bezogen werden können. Pro Linearantrieb werden drei Befestigungsleisten auf der einen Seite und drei gegenüberliegend verbaut. Bevor die Linearantriebe mittels Befestigungsleisten verspannt werden, können Kompaktmodule in Längsrichtung der Balken ausgerichtet werden. Der Schlitten des rechten Linearantrieb-Kompaktmodul trägt eine

Schaltnocke, welche zur Betätigung zweier Positionsschalter dient, die an der Innenseite, des rechten Balken angebracht sind.

Auf der rechten Seite des Gestells befindet sich ein Kabelschlepp, um die Stromzufuhr für bewegte Baugruppen zu gewährleisten.

4.1.1 Auswahl der Linearantriebe und Motor

Zum Einem macht große Abstand der Arbeitsachsen zueinander es notwendig, zwei Linearantriebe zu verwenden die parallel geschalten bzw. gekoppelt werden. Beim Einsatz von nur einem Linearantrieb und einer Führung wird die Verkipfung auf den Achsen zu groß und somit der Reibwert auf den Achsen zu hoch was eine Verminderung der Lebensdauer zur Folge hat. Kommen zwei Linearachsen zum Einsatz die jeweils separat angetrieben werden, laufen die Linearachsen nicht ganz genau mit der gleichen Geschwindigkeit oder starten nicht 100 prozentig zum selben Zeitpunkt. Daher muss die Auswahl auf zwei Linearachsen fallen, welche nur einen Antrieb erhalten und miteinander gekoppelt sind. Außerdem soll das Einrasten der Nasen des Kurbelwellenkorb in die Aufnahmen des Greifers ermöglicht werden, was ein Fahren von verschieden langen Strecken bedeutet. Der Greifer muss erst bis über den Kurbelwellenkorb gefahren werden, als nächstes mittels z-Achse bis auf den Korb heruntergefahren werden und dann nochmals wenige Zentimeter nach Vorn, um Einzurasten. Diese Arbeitsaufgabe kann am besten mittels Servomotor als Antrieb der Linearachsen bewältigt werden.

4.1.2 Parameter und Vorgaben

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| • paralleler Abstand der Linearachsen | ca. 2860 mm |
| • Nutzhublänge der Linearachsen | ca. 1600 mm |
| • wirkende Last | ca. 400 kg entspricht 3924 N (PR, PL) |
| • Geschwindigkeit | 0,35 m/s |
| • Beschleunigung | 1 m/s ² |
| • Nutzdauer | 10 Jahre (3-schichtig, 426 min) |

- Ausbringung

1500 Kurbelwellen pro Tag, 3
Kurbelwellen in einem Korb

Berechnung der Fahrstrecke in 10 Jahren:

Fahrstrecke pro Zyklus ca. 3,5-mal die Nutzhublänge der Linearachse.

Fahrstrecke: $3,5 * 1600 \text{ mm/KK} = 5600 \text{ mm/KK}$

Ausbringung: $1500 \text{ Stk/Tag} : 3 \text{ Stk/KK} = 500 \text{ KK/Tag}$

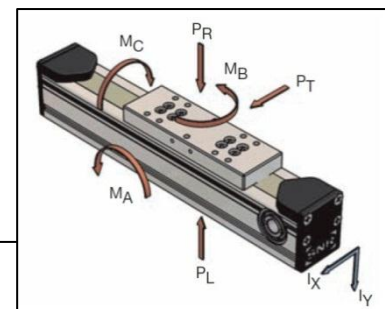
Fahrstrecke pro Tag: $5600 \text{ mm/KK} * 500 \text{ KK/Tag} = 2800000 \text{ mm/Tag}$

Gesamtarbeitstage in 10 Jahren: $10 \text{ Jahre} * 252 \text{ Arbeitstage/Jahr} = 2520 \text{ Arbeitstage}$

Gesamtlauflistung: $2520 \text{ Arbeitstage} * 2800000 \text{ mm/Tag} = 7056000000 \text{ mm}$

= 7056 km

4.1.3 Auswahl der Linearachse



I Lasten und Lastmomente

	Rollenführung L47		S30		Schienenführung H30		W35	
	dyn.	stat.	dyn.	stat.	dyn.	stat.	dyn.	stat.
P_R	3400(4500)	3400(4500)	9000	21000	8700(10500)	26500(35500)	6900	19500
P_L	3400(4500)	3400(4500)	5500	10500	8700(10500)	26500(35500)	6900	19500
P_T	5100(6800)	5100(6800)	4950	9000	8700(10500)	26500(35500)	6900	19500
Lastmomente [Nm]								
M_A	260(530)	260(530)	600(1500)	1150(2850)	730(1750)	2250(5900)	580	1650
M_B	390(790)	390(790)	440(880)	810(1600)	730(1750)	2250(5900)	580	1650
M_C	110(150)	110(150)	65	130	120(145)	365(490)	220	635

Die dynamischen Belastbarkeiten des Führungssystems basieren auf einer nominellen Lebensdauer von 54.000 km.
Werte in Klammern für Ausführung mit langer Schlittenplatte (600 mm).

Abbildung 16: Lasten und Momente für AXC120Z von SNR

Die Auswahl fällt hier auf zwei Linearachse des Typs AXC120Z, welche eine nominelle Lebensdauer von 54000 km aufweisen. Diese Linearachsen bieten somit die nötige Lebensdauer, können die anzunehmenden Lasten aufnehmen und lassen die Ausführung mit 600 mm langen Schlittenplatten zu.

Die beiden SNR-Typenschlüssel der Linearachsen lauten:

- AXC120ZPRK35-H30-1700-2520-02-00-0-0
- AXC120ZKR38-H30-1700-2520-00-00-0-0

Typenaufschlüsselung:

AXC120Z - Zahnriemenantrieb

PRK35 – Planetengetriebe rechts + integrierter Kupplung für Verbindungswelle

KR38 – integrierte Kupplung eintriebsseitig rechts – Bohrungsdurchmesser der Kupplung 38 mm

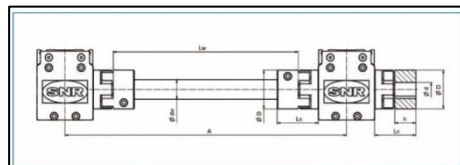
H30 – Schienenführung mit Kugelnkettentechnologie, gleiche Tragzahl in alle Hauptrichtungen

1700 – Nutzhub

2520 – Gesamtlänge

02 – Spindelabstützung

4.1.4 Auswahl der Verbindungswelle



Linearachse	dw	Lw	Abmessungen					Klemmnabe			Spannringnabe		
			A	A DKM ²⁾	D	LK	l1	d	d	TA ³⁾	d	d	TA ³⁾
			min. ¹⁾					min.	max.	[Nm]	min.	max.	[Nm]
AXC40ZK	14x2	A - 79	125	87 ⁺²	30	31	11	8	16	1,34	–	–	–
						38	19	–	–	–	10	14	1,34
AXC60-...K	22x2	A - 110	188	120 ⁺²	40	50	25	12	24	10,5	10	20	3
AXC80-...K	28x2,5	A - 137	230	154(160) ⁺³	55	59	30	12	28	10,5	15	28	6
AXC120-...K	38x4	A - 180	285	198 ⁺³	65	65	35	20	38	25	18	38	6
AXC120-...P.K		A - 140	245	158 ⁺³		25	–				–	–	–
AXDL110		entfällt			55	32,5	30	12	28	10,5	15	28	6
AXDL160		entfällt			65	22,5	35	20	38	25	18	38	6
AXDL240		entfällt			65	10	35	20	38	25	18	38	6

1) mit Möglichkeit des Ausbaus ohne Demontage der Linearachsen

3) Anzugsmoment

2) DKM = Sonderausführung mit doppelkartesischem Mittelstück

Abbildung 17: Verbindungswellen von SNR

Die Verbindungswelle ist eine Hohlwelle, welche über Klemmnaben exakt justiert und nachträglich montiert und demontiert werden kann.

4.1.5 Auswahl des Antriebsmotors

Verwendet soll ein Motor von Bosch Rexroth. Hierzu gibt es eine Reihe Standardmotoren für die Lineartechnik.

- Fahrgeschwindigkeit der Linearachse 0,35 m/s
- Hub pro Umdrehung der Linearachsen 320 mm
- Getriebeübersetzung der Linearachsen $i = 35$
- nominelle Lagerlebensdauer 30000 h
- geforderte Nutzdauer der Anlage 10Jahre, 3-schichtig – 426 min

Nutzdauer der Anlage in Betriebsstunden:

$$426/60 \text{ h} * 252 \text{ Tage/Jahr} * 10 \text{ Jahre} = 17892 \text{ Betriebsstunden}$$

Arbeitsdrehzahl des Motors:

$$0,35 \text{ m/s} * 35 = 12,25 \text{ m/s} = 735000 \text{ mm/min}$$

$$735000 \text{ mm/min} : 320 \text{ mm} = 2297 \text{ min}^{-1}$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Vergleichbarer MKD..	flanschkompatibel	Motor MSK Digitaler Servomotor	Leistungsteil: Umrichter für 1 Achse und Netzdirektanschluß über Netzfilter	n_{\max}	$n_{M\max}$	M_{dN}	M_{\max}	$M_{n\max}$	J_M	J_{Br}	M_{Br}	m_M	m_{Br}
				(min^{-1})	(min^{-1})	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(kgm^2)	(kgm^2)	(Nm)	(kg)	(kg)
25	Ja	MSK030C-0900	HCS02.1E-W0012	9000	9000	0,8	4	4	0,00003	0,000007	1	2,10	0,25
41	Ja	MSK040C-0600	HCS02.1E-W0012	5600	4043	2,4*)	7,7	3,9	0,00014	0,000023	4	3,60	0,32
-	Nein	MSK050C-0600	HCS02.1E-W0028	5700	4332	5	15	8,2	0,00033	0,000107	5	5,40	0,70
71	Nein	MSK060C-0600	HCS02.1E-W0054	5200	3187	8	24	11,2	0,00080	0,000055	10	8,40	0,45
71	Ja	MSK061C-0600	HCS02.1E-W0028	4800	4150	7,6*)	26,7	15,2	0,00075	0,000059	10	8,40	0,40
-	Nein	MSK070E-0450	HCS02.1E-W0070	3900	3482	23*)	57,5	40,1	0,00458	0,000300	23	16,20	1,60
90	Ja	MSK076C-0450	HCS02.1E-W0054	4500	3510	11,8*)	42,9	20,2	0,00430	0,00036	11	14,00	1,10

*) Begrenzt durch Reglerdauerstrom

Abbildung 18: Standard Servomotoren für die Lineartechnik von Bosch Rexroth

Ausgewählt wird der Servomotor mit dem Typenschlüssel:

MSK061C-0600-NN-M1-UG0-NNNN

Digitaler Servomotor mit optischen Geber, Multiturn-Absolut Hiperface, mit 128 Inkrementen, Stecker Anschluss 240° drehbar und glatte Welle mit Wellendichtung und ohne Haltebremse.

4.2 x-Achse Traverse

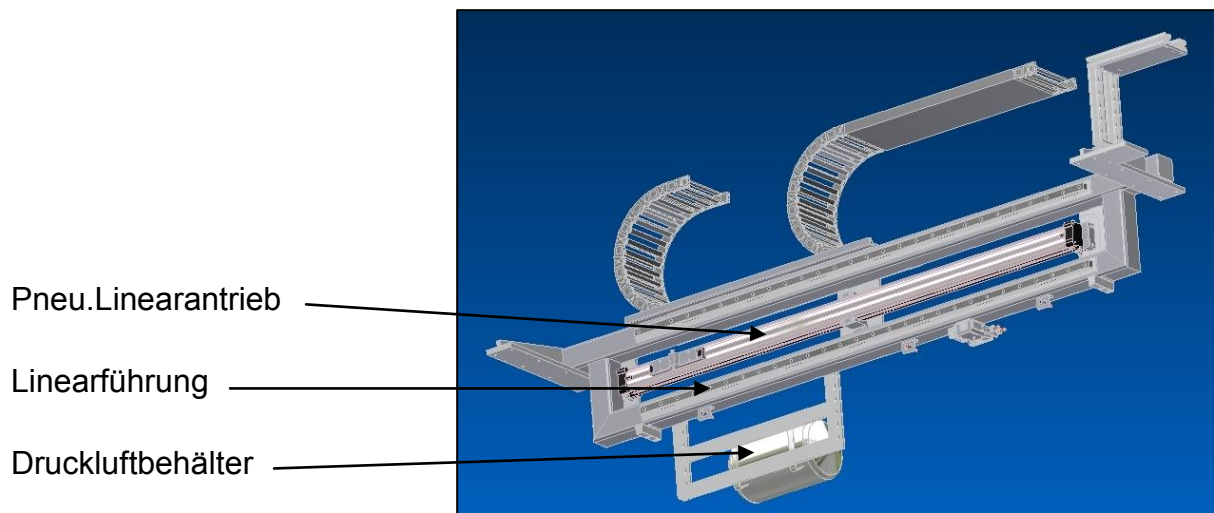


Abbildung 19: x-Achse Traverse

Die Baugruppe x-Achse Traverse ist verbunden mit den Schlitten der Linearantrieb Kompaktmodule, der Baugruppe Gestell und kann in horizontaler x-Richtung verfahren.

Für die Grundkonstruktion dient eine Schweißbaugruppe, die aus Holzprofilen als eine tragende Konstruktion fungiert. Diese Baugruppe verfügt an den äußeren Enden über Bleche, die im Mittenmaß zueinander und ihren Bohrungen zu den Schlitten der Linearantriebe des Gestells passen und mit ihnen verschraubt sind. Des Weiteren ist die Traverse mit mehreren Gewindebohrungen gefertigt, um an der Unterseite Festanschläge, Halter für Initiatoren und einen ansteuerbaren Anschlag zu montieren. An der Vorderseite der Baugruppe werden zwei Linearführungen angebracht auf denen die Baugruppe z-Achse in horizontaler x-Richtung läuft. Das Verfahren der z-Achse realisiert ein pneumatischer Linearantrieb, der an den mit der Baugruppe verschweißten Blechen montiert ist. Hier werden zwei Mittelstützen und

zwei Deckelbefestigung von dem Systemanbieter des pneumatischen Linearantriebes zum eingesetzt um die pneumatische Linearachse mit der Baugruppe x-Achse zu verbinden.

Da ein pneumatisches System vorhanden ist und es zu Druckschwankungen während des Betriebes kommen kann, ist ein Druckluftbehälter vorgesehen, welcher diese kompensieren soll.

Auch in dieser Baugruppe ist ein Kabelschlepp vorgesehen, der die Stromzuführung während des Anfahrens der verschiedenen Arbeitspositionen, für die Baugruppe z-Achse sichert.

4.2.1 Auswahl des pneumatischen Antriebes, der Führungen und der Sensorik

Um die drei zu erreichenden Positionen des Greifers in x-Richtung anzufahren ist eine pneumatische Linearachse geeignet. Die pneumatische Linearachse allein bietet nicht genug Stabilität, also sind noch zwei Linearführungen über und unter dem Linearantrieb vorzusehen, um das Aufnehmen der einwirkenden Kräfte und ein schwingungsarmen und ruhigen Lauf zu gewährleisten. Da eine pneumatische Linearachse immer bis zum Ende der ihrer Führung fährt kommen zwei Festanschläge an den Enden der Achse und ein schaltbarer Anschlag zwischen den zwei zum Einsatz. Um die Position des Greifers an den jeweiligen Anschlägen zu erkennen sowie ob der Zwischenanschlag ausgefahren ist, werden Sensoren benötigt die der Steuerung Input geben können. Dazu kann die Wahl auf Induktive Sensoren fallen, welche bei Eintritt eines metallischen Gegenstandes in die Schaltzone des Sensors den Schaltvorgang auslösen.

4.2.2 Auswahl der pneumatischen Linearachse

Einwirkende Belastungen durch auftretende Kräfte der Massen von der Baugruppe z-Achse sowie dem Greifer, sollen von den zuvor erwähnten zwei Linearführungen aufgenommen werden können. Ebenso wird die Endlagendämpfung von externen Dämpfern übernommen, welche an Baugruppe z-Achse vorgesehen sind.

- geforderte Fahrgeschwindigkeit $V = 0,3 \text{ m/s}$
- geforderter Nutzhub 1800 mm

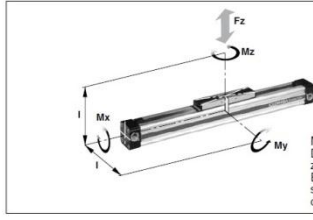
Origa-Typenschlüssel:

OSP-P63-00000-01800

Kolbenstangenloser Zylinder

doppeltwirkend mit einstellbarer

Endlagendämpfung



Zylinder-Serie (mm Ø)	theoretische Aktionskraft bei 6 bar [N]	effektive Aktionskraft F_A bei 6 bar [N]	max. Momente [Nm]			max. Last F_z [N]	Dämpf- länge [mm]
			M_x	M_y	M_z		
OSP-P10	47	32	0,2	1	0,3	20	2,5 *
OSP-P16	120	78	0,45	4	0,5	120	11
OSP-P25	295	250	1,5	15	3	300	17
OSP-P32	483	420	3	30	5	450	20
OSP-P40	754	640	6	60	8	750	27
OSP-P50	1178	1000	10	115	15	1200	30
OSP-P63	1870	1550	12	200	24	1650	32
OSP-P80	3016	2600	24	360	48	2400	39

* Zur Endlagendämpfung wird ein Gummielement verwendet (nicht einstellbar!).
Um die absolute Endlage zu erreichen, und das Gummielement ganz zu verformen ist ein Δp von 4 bar erforderlich!

Antriebe	OSP-P10	OSP-P16	OSP-P25	OSP-P32	OSP-P40	OSP-P50	OSP-P63	OSP-P80
theoretische Aktionskraft bei 6bar [N]	47	120	295	483	754	1178	1870	3010
effektive Aktionskraft bei 6bar [N]	32	78	250	420	640	1000	1550	2600
Geschwindigkeit v [m/s]	> 0,005	> 0,005	> 0,005	> 0,005	> 0,005	> 0,005	> 0,005	> 0,005

Abbildung 20: Origa System Plus – Datenblatt P-1.01.002-1, P-1.01.002-2

4.2.3 Auswahl der Linearführungen

radial/gegenradiale Belastung:

$$P_1 \text{ bis } P_4 = \frac{m * g * l_3}{2 * l_1}$$

$$P_1 \text{ bis } P_4 = \frac{250 \text{ kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 557 \text{ mm}}{2 * 326 \text{ mm}} = 2095 \text{ N}$$

tangentiale Belastung:

$$P_{1T} = P_{4T} = \frac{m * g}{4} + \frac{m * g * l_2}{2 * l_0}$$

$$P_{2T} = P_{3T} = \frac{m * g}{4} - \frac{m * g * l_2}{2 * l_0}$$

für $l_2 = 0 \rightarrow$

$$P_{1T} = P_{2T} = P_{3T} = P_{4T} = \frac{m * g}{4}$$

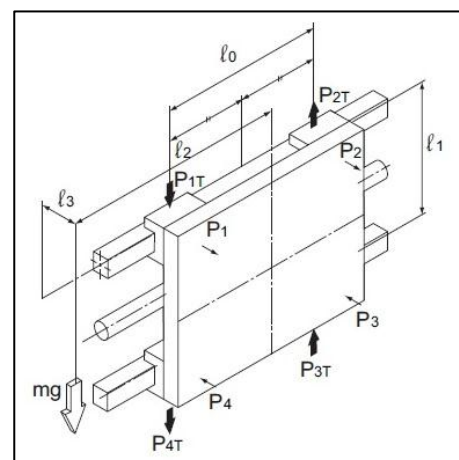


Abbildung 21: THK Hauptkatalog S.A-90

$$P_{1T} = P_{2T} = P_{3T} = P_{4T} = \frac{250kg * 9,81 \frac{m}{s^2}}{4} = 613N$$

Äquivalente Belastung:

$$P_E = P_R(P_L) + P_T = 2095N + 613N = 2708N$$

Auswahl einer Linearführung mit THK-Typenschlüssel:

SHS35C-L2200




Baugröße	H ₃	Abmessungen Führungsschiene					Tragzahl		Zulässiges statisches Moment kNm*					Gewicht		
		Breite W ₁ 0 -0,05	Höhe W ₂	Steigung M ₁	F	Länge* d ₁ x d ₂ x h	Max.	C	C ₂						Führungs- wagen	Führungs- schiene
										1 Wagen	2 Wagen	1 Wagen	2 Wagen			
kg	kg/m															
SHS 15C SHS 15LC	3	15	16	13	60	4,5×7,5×5,3	2500	14,2 17,2	24,2 31,9	0,175 0,296	0,898 1,43	0,898 0,296	0,16 0,212	0,23 0,29		1,3
SHS 20C SHS 20LC	4,6	20	21,5	16,5	60	6×9,5×8,5	3000	22,3 28,1	38,4 50,3	0,334 0,568	1,75 2,8	0,334 0,568	1,75 2,8	0,361 0,473	0,46 0,61	2,3
SHS 25C SHS 25LC	5,8	23	23,5	20	60	7×11×9	3000	31,7 36,8	52,4 64,7	0,566 0,848	2,75 3,98	0,566 0,848	2,75 3,98	0,563 0,696	0,72 0,89	3,2
SHS 30C SHS 30LC	7	28	31	23	80	9×14×12	3000	44,8 54,2	66,6 88,8	0,786 1,36	4,08 6,6	0,786 1,36	4,08 6,6	0,865 1,15	1,34 1,66	4,5
SHS 35C SHS 35LC	7,5	34	33	26	80	9×14×12	3000	62,3 72,9	96,6 127	1,36 2,34	6,76 10,9	1,38 2,34	6,76 10,9	1,53 2,04	1,9 2,64	6,2
SHS 45C SHS 45LC	8,9	45	37,5	32	105	14×20×17	3090	82,8 100	126 166	2,05 3,46	10,1 16,3	2,05 3,46	10,1 16,3	2,68 3,53	3,24 4,19	10,4
SHS 55C SHS 55LC	12,7	53	43,5	38	120	16×23×20	3060	128 161	197 259	3,96 6,68	19,3 31,1	3,96 6,68	19,3 31,1	4,9 6,44	5,35 6,97	14,5
SHS 65C SHS 65LC	19	63	53,5	53	150	18×26×22	3000	205 253	320 408	8,26 13,3	40,4 62,6	8,26 13,3	40,4 62,6	9,4 11,9	10,7 13,7	23,7

Abbildung 22: Führungstypen SHS

Berechnung der Lebensdauer:

nominelle Lebensdauer:

$$L = \left(\frac{f_T * f_C * f_H}{f_W} * \frac{C}{P_C} \right)^3 * 50$$

C – dynamische Tragzahl

C = 62300N aus Abb. X

P_C – berechnete Belastung

P_C = 2708N

f_T – Temperaturfaktor

f_T = 0 entfällt aus THK Hauptkatalog Abb.12

f_C – Kontaktfaktor

f_C = 0,81 aus THK Hauptkatalog Tab.11

f_H – Härtefaktor

f_H = 1,0 aus THK Hauptkatalog Abb.11

f_W – Belastungsfaktor

f_W = 1,4 aus THK Hauptkatalog Tab.12

$$L = \left(\frac{0,81 * 1,0}{1,4} * \frac{62300N}{2708N} \right)^3 * 50 = 117912km$$

Lebensdauer in Stunden:

$$L_h = \frac{L * 10^3}{2 * l_s * n_1 * 60}$$

L – Lebensdauer

l_s – Hublänge

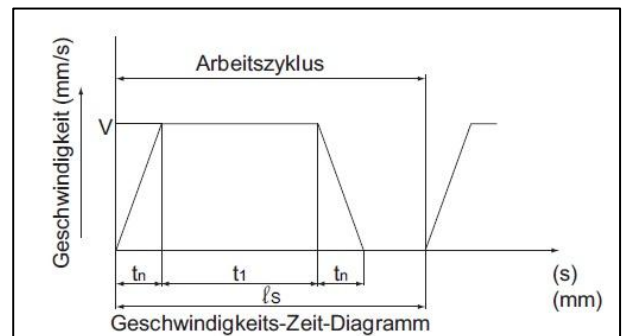
l_s - 1600

n_1 – Anzahl der Zyklen pro Minute (min^{-1})

$$n_1 = 12 \text{ min}^{-1} \rightarrow 1,6 \text{ m} : 0,3 \text{ m/s} = 5 \text{ s}$$

$$60 \text{ s} : 5 \text{ s} = 12$$

$$L_h = \frac{117912 \text{ km} * 10^3}{2 * 1,6 \text{ m} * 12 \text{ min}^{-1} * 60} = 51177 \text{ h}$$



geforderte Lebensdauer der Anlage – 17892 h

Abbildung 23: Arbeitszyklus

statischer Sicherheitsfaktor:

$$f_s \leq \frac{f_H * f_T * f_C * C_0}{P_R}$$

C_0 – statischer Belastungsfaktor

$C_0 = 96600 \text{ N}$

$$f_s = 1,2$$

$$1,2 \leq \frac{1,0 * 0,81 * 96600 \text{ N}}{2095 \text{ N}} = 37$$

Der Ausgewählte Führungstyp hat Dank der Kugelschnecke die gleiche Tragzahl in jeder Hauptrichtung und ist für jede Einbaulage bei hoher Steifigkeit geeignet.

4.2.4 Auswahl der Sensoren

Induktive Sensoren werden häufig für solche Arbeitsaufgaben eingesetzt, da sie keinen Verschleiß haben, widerstandsfähig gegen Umwelteinflüsse sind und eine hohe Lebensdauer aufweisen.

Für diese Anlage ist z.B. ein Sensortyp mit dem folgenden Balluff-Typenschlüssel geeignet:

BES 516-325-S4-C

- | | |
|-------------------------------|-------------------------|
| • Bemessungsbetriebsspannung | 24 DC V |
| • Schaltfrequenz | 3000 Hz |
| • Außengewinde | M12x1 |
| • Anschlussdraht | DC 3 |
| • Umgebungstemperatur | min. - 40°C max. + 85°C |
| • Werkstoff Gehäuse Stahl | nichtrostend |
| • Nennschaltabstand (sn) | 2mm |
| • Mechanische Einbaubedingung | bündig einbaubar |

4.3 z-Achse

Adapterplatte

Adapter

Führungswagen

Linearantrieb Parallelmodul

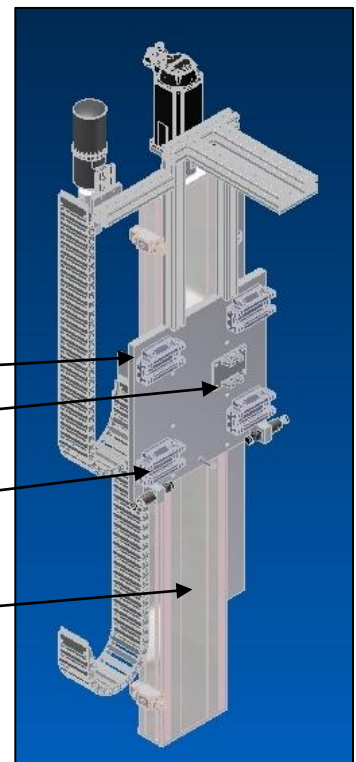


Abbildung 24: z-Achse

Bei dieser Baugruppe wird an einer Adapterplatte ein Linearantrieb Parallelmodul montiert, welches die Baugruppe Greifer in vertikale z-Richtung verfährt. Zum Antrieb des Parallelmoduls fällt die Auswahl auf einen Servomotor.

Die gegenüberliegende Seite der Adapterplatte erhält vier Führungswagen, für die Ausführung der Bewegung in horizontaler x-Richtung, im Zusammenspiel mit der Baugruppe x-Achse Traverse. Auf dieser Seite ist außerdem ein Adapter angebracht, der zum Mitnehmer des pneumatischen Linearantriebes der Baugruppe x-Achse Traverse passt und kann somit in horizontale x-Richtung verfahren werden.

Um die obere und die untere Stellung des Greifer auf der z-Achse abzutasten sind auch in dieser Baugruppe zwei Positionsschalter vorgesehen, welche an dem Linearantrieb Parallelmodul montiert sind. Die Stromzufuhr der bewegten Baugruppe Greifer wird durch einen an dem Parallelmodul montierten Kabelschlepp gewährleistet.

Das Positionieren der z-Achse in horizontaler Richtung ist von Anschlägen abhängig, da ein pneumatischer Linearantrieb verwendet wird. Trifft nun die z-Achse beim Fahren auf einen Anschlag wird die kinetische Energie durch ein Kleinstoßdämpfer, welche an der Adapterplatte links sowie rechts vorgesehen sind, absorbiert und schadenfreies Arbeiten des Übergabehandling ist möglich.

Da die Lebensdauer von Linearführungen ist abhängig von einer regelmäßigen Wartung bzw. Schmierung ist, wird eine automatische Schmierlösung angebracht, die mittels eines Verteilers Schmierstoff zu den entsprechenden Stellen des Handlings fördert.

4.3.1 Auswahl des Linearantriebes, des Motors,

Schmierstoffzuführung und der externen Dämpfer

Auf Grund des zur Verfügung stehenden Bauraum am Aufstellort soll eine Linearachse verwendet werden, bei die Achse feststeht ist und der Schlitten sich bewegt. Außerdem muss der Linearantrieb hohe Steifigkeit bieten, da keine zusätzlichen Führungen vorgesehen werden. Da die wirkende Belastung auf davorgeschaltete Baugruppen minimiert werden soll ist es notwendig die Masse der

z-Achse möglichst klein zu halten. Zum Einhalten der Anforderungen an den Linearantrieb wird ein Parallelmodul in Betracht gezogen, welches für eine gute Kraftübersetzung, hohe Positionier- und Wiederholgenauigkeit und Steifigkeit ein Kugelgewindetrieb als Antriebelement besitzt. In Kombination mit der Auswahl eines Servomotors als Antrieb des Parallelmoduls, kann eine gute Steuerbarkeit des Greifers auf der Linearachse erreicht werden.

Die Lebensdauer von Linearführungen ist von der Schmierung abhängig und stellt somit die Aufgabe einer regelmäßigen Instandhaltung. Mittels einer automatischen Nachschmieranlage wird die Lebensdauer gewährleistet und die Wartungsarbeiten verringert.

Um die kinetische Energie die durch Bewegung der z-Achse mit Greifer verursacht wird, beim Stoppen an den Anschlägen der Baugruppe x-Achse Traverse zu absorbieren, werden externe Klein-Stoßdämpfer eingesetzt.

4.3.2 Auswahl des Linearantriebes

- | | |
|---------------------------------|--|
| • Nutzhublänge der Linearachsen | ca. 1400 mm |
| • Lastannahme | ca. 160 kg |
| • Geschwindigkeit | 0,35 m/s |
| • Beschleunigung | 0,5 m/s ² |
| • Nutzdauer | 10 Jahre (3-schichtig, 426 min) |
| • Ausbringung | 1500 Kurbelwellen pro Tag,
3 Kurbelwellen in einem Korb |

Berechnung der Fahrstrecke in 10 Jahren:

Fahrstrecke pro Zyklus ca. 5-mal die Nutzhublänge der Linearachse.

Fahrstrecke: $5 * 1250 \text{ mm/KK} = 6250 \text{ mm/KK}$

Ausbringung: $1500 \text{ Stk/Tag} : 3 \text{ Stk/KK} = 500 \text{ KK/Tag}$

Fahrstrecke pro Tag: $6250 \text{ mm/KK} * 500 \text{ KK/Tag} = 3125000 \text{ mm/Tag}$

Gesamtarbeitstage in 10 Jahren: $10 \text{ Jahre} * 252 \text{ Arbeitstage/Jahr} = 2520 \text{ Arbeitstage}$

Gesamtlaufleistung: $2520 \text{ Arbeitstage} * 3125000 \text{ mm/Tag} = 7875000000 \text{ mm}$
 $= 7875 \text{ km}$

Die Wahl fällt auf das Parallelmodul mit dem SNR-Typenschlüssel:

AXDL240SG3220-H25-1400-1754-02-00-Y-1

Typenaufschlüsselung:

AXDL240S - Parallelmodul mit Kugelgewindetrieb

G - Kupplungsglocke + Kupplung

3220 - Spindeldurchmesser 32 mm und Steigung 20

H25 - Kugerkettenführung

1400 - Hublänge

1754 - Gesamtlänge

02 - Spindelabstützung

Y - Antriebsadaption

Parallelmodul mit Kugelgewindetrieb, Kupplungsglocke + Kupplung, Spindeldurchmesser 32 mm und Steigung 20, Kugerkettentechnologie, Hublänge 1400 mm, Gesamtlänge 1754, Spindelabstützung.

- nominelle Lebensdauer 27000km
- ertragbares dynamisches Lastmoment (M_A) 1300Nm

berechnetes Lastmoment:

- gemittelter Lastabstand von Schlitten des Parallelmodules 440 mm

einwirkende Kraft $160\text{kg} * 9,81\text{m/s}^2 = 1570\text{N}$

Lastmoment $1570\text{N} * 0,44\text{m} = 691\text{Nm}$

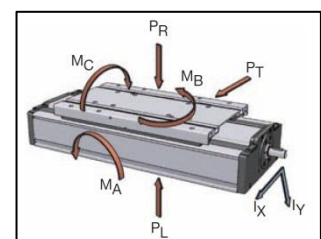


Abbildung 25: Belastung Parallelmodul

4.3.3 Auswahl des Antriebsmotors

Verwendet soll auch hier ein Motor von Bosch Rexroth. Hierzu gibt es eine Reihe Standard-motoren für die Lineartechnik.

- Fahrgeschwindigkeit der Linearachse 0,35 m/s
- nominelle Lagerlebensdauer 30000 h
- geforderte Nutzdauer der Anlage 10Jahre, 3-schichtig – 426 min

Nutzdauer der Anlage in Betriebsstunden:

$$426/60 \text{ h} * 252 \text{ Tage/Jahr} * 10 \text{ Jahre} = 17892 \text{ Betriebsstunden}$$

Arbeitsdrehzahl des Motors:

$$0,35 \text{ m/s} = 21000 \text{ mm/min}$$

$$210000 \text{ mm/min} : 20 \text{ mm} = 1050 \text{ min}^{-1}$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Vergleichbarer MKD..	flanschkompatibel	Motor MSK Digitaler Servomotor	Leistungsteil: Umrichter für 1 Achse und Netzdirektanschluß über Netzfilter	n_{\max}	$n_{M\max}$	M_{dN}	M_{\max}	$M_{n\max}$	J_M	J_{Br}	M_{Br}	m_M	m_{Br}
				(min ⁻¹)	(min ⁻¹)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(kgm ²)	(kgm ²)	(Nm)	(kg)	(kg)
25	Ja	MSK030C-0900	HCS02.1E-W0012	9000	9000	0,8	4	4	0,00003	0,000007	1	2,10	0,25
41	Ja	MSK040C-0600	HCS02.1E-W0012	5600	4043	2,4*)	7,7	3,9	0,00014	0,000023	4	3,60	0,32
-	Nein	MSK050C-0600	HCS02.1E-W0028	5700	4332	5	15	8,2	0,00033	0,000107	5	5,40	0,70
71	Nein	MSK060C-0600	HCS02.1E-W0054	5200	3187	8	24	11,2	0,00080	0,000055	10	8,40	0,45
71	Ja	MSK061C-0600	HCS02.1E-W0028	4800	4150	7,6*)	26,7	15,2	0,00075	0,000059	10	8,40	0,40
-	Nein	MSK070E-0450	HCS02.1E-W0070	3900	3482	23*)	57,5	40,1	0,00458	0,000300	23	16,20	1,60
90	Ja	MSK076C-0450	HCS02.1E-W0054	4500	3510	11,8*)	42,9	20,2	0,00430	0,00036	11	14,00	1,10

*) Begrenzt durch Reglerdauerstrom

Abbildung 26: Standard Servomotoren für die Lineartechnik von Bosch Rexroth

Ausgewählt wird der Servomotor mit dem Typenschlüssel:

MSK061C-0600-NN-M1-UG1-NN

Digitaler Servomotor mit optischen Geber, Multiturn-Absolut Hiperface, mit 128 Inkrementen, Stecker Anschluss 240° drehbar und glatte Welle mit Wellendichtung und mit Haltebremse.

4.3.4 Auswahl der externen Dämpfer

betrachtet wird der Klein-Stoßdämpfer mit dem ACE-Typenschlüssel:

Siehe Katalog, S.13, Punkt 2 Masse mit Antriebskraft

SC650M-8

- wirkende Masse 250 kg
- wirkende Geschwindigkeit 0,3 m/s
- Dämpferhub 23 mm
- ertragbare Arbeit pro Hub (w_3) 210 Nm
- ertragbare Hube pro Stunde (w_4) 68000
- Arbeitsdruck 6 bar
- Zylinderdurchmesser des pneumatischen Antriebes 63 mm

Berechnung der effektiven Masse:

$$w_1 = F * s = p * A * s = p * \frac{\pi}{4} d^2 * s = 600000 \frac{N}{m^2} * \frac{\pi}{4} * (0,063m^2) * 0,023m = 43Nm$$

$$w_2 = \frac{m}{2} * v^2 = \frac{250kg}{2} * \left(0,3 \frac{m}{s}\right)^2 = 11,25Nm$$

$$w_3 = w_1 + w_2 = 43Nm + 11,25Nm = 54,25Nm$$

Auswahl Stoßdämpfer nach Leistungstabelle:

Siehe ACE-Katalog, S.16

4.3.5 Auswahl des Schmiersystems

Es soll ein Schmiersystem eingesetzt werden, welches mehrere Schmierstellen abdeckt und automatisch die richtige Menge Schmierstoff zuführt. Die Stromversorgung des Schmiergerätes wird durch externe Stromzufuhr realisiert, damit entfällt das wechseln von Batterien.

Infrage kommt das Mehrpunktschmiersystem mit dem Perma-Typenschlüssel:

PRO C MP6 LC500 Set SF01

- | | |
|----------------------|---------------------|
| • Schmierstoffvorrat | 500 cm ³ |
| • Spendezeit | 1 Tag bis 24 Monate |
| • Stromversorgung | 15 – 30 V |
| • Einsatztemperatur | -20 - +60°C |

Berechnung der Gesamtspendemenge zur Ermittlung der Einstellung der Spendezeit:

- | | |
|--------------------------------------|-------------------|
| • Anzahl der Schmierstellen | 5 |
| • Schmierstoffmenge je Schmierstelle | 1 cm ³ |
| • Schmierintervall | 24 h |

Gesamtspendemenge in 100 Stunden:

$$\frac{1\text{cm}^3 * 5}{24\text{h}} * 100 = 20,8\text{cm}^3$$

Geschmiert werden die Führungswagen der Linearführung der Baugruppe x-Achse Traverse, das Parallelmodul der z-Achse

4.4 Greifer

Greiferhalter

Aufnahme

Schwenkeinheit

Grundgestell

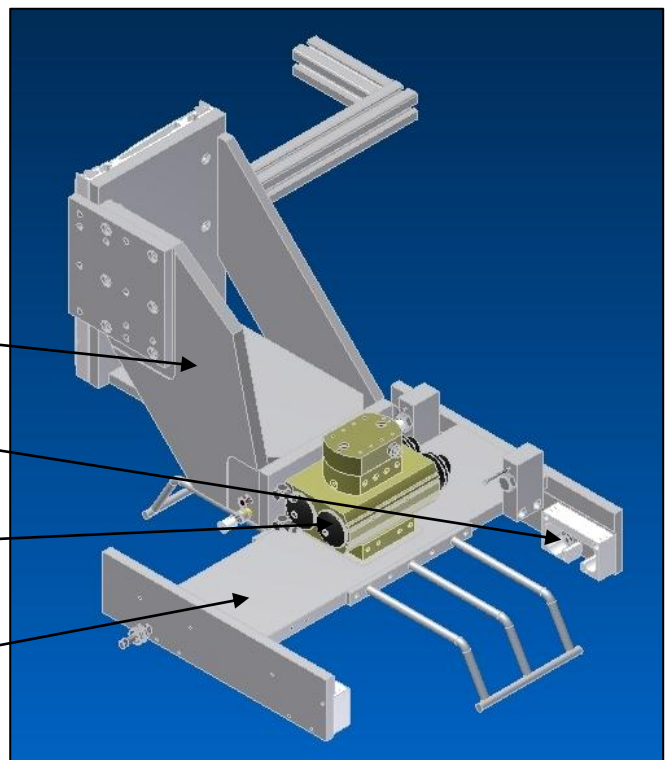


Abbildung 27: Greifer

Der Greifer besteht aus den zwei Schweißbaugruppen Greiferhalter und Grundgestell, wobei die Baugruppe Greiferhalter den Anschluss an die z-Achse bildet. Wenn die Position zur Wartung des Übergabehandlings angefahren wird, kommt eine Sicherheitsabsteckung zum Einsatz, welche am Greiferhalter Platz zur Montage findet. Eine pneumatische Schwenkeinheit verbindet Greiferhalter und Grundgestell. Das Grundgestell welches viermal das Bauteil Aufnahme trägt, die zum einhaken des Kurbelwellenkorbes dienen, kann mittels Schwenkeinheit in horizontaler Richtung um die vertikale Achse gedreht werden. Damit eine Erkennung der Stellung der Schwenkeinheit sowie ob ein Korb eingehakt wurde, werden am Greiferhalter und am Grundgestell Sensoren verbaut.

4.4.1 Auswahl der Schwenkeinheit und der externen Dämpfer sowie Sensoren

Benötigt wird eine Schwenkeinheit, die einen Schwenkbereich von 180° aufweisen kann. Damit ein normaler Betrieb ohne große Stöße gewährleistet werden kann, ist es notwendig externe Dämpfer einzusetzen, die Bewegungsenergie aufnehmen und ein hartes Anschlagen verhindern können.

4.4.2 Auswahl der Schwenkeinheit

Infrage kommt eine Universal-Schwenkeinheit für einen Schwenkbereich bis 180° und für große schwere Aufbauten geeignet.

Schunk-Typenschlüssel:

SRU-plus-40-W-180-3-8-M8

- Endlageneinstellbarkeit $+3^\circ/-3^\circ$
- 8 Fluiddurchführungen für Gase, Flüssigkeiten und Vakuum nutzbar
- Maximaler Druck in der Durchführung 8 bar
- Elektrische Drehdurchführung
- Doppelkolben-Zahnstangen-Ritzel-Prinzip
- hydraulisch Stoßdämpfung
- Drehmoment 19,2 Nm
- $F_z = 2900 \text{ N}$

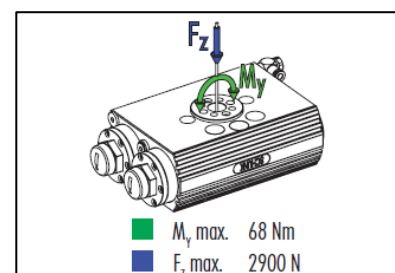


Abbildung 28: Belastung Schwenkmodul

- $M_Y = 68 \text{ Nm}$

Abbildung X: SRU-plus-40

Belastung in F_Z –Richtung:

Masse Greifer + Korb ca. $70 \text{ kg} * 9,81 \text{ m/s}^2 = 686,7 \text{ N}$

4.4.3 Auswahl der Dämpfer

betrachtet wird der Klein-Stoßdämpfer mit dem ACE-Typenschlüssel:

SC190M-7

- wirkende Masse 70 kg
- wirkende Geschwindigkeit 0,35 m/s
- Dämpferhub 12 mm
- ertragbare Arbeit pro Hub (w_3) 31 Nm
- ertragbare Hube pro Stunde (w_4) 34000

Berechnung der effektiven Masse:

Siehe Katalog, S.14, Punkt 8 schwenkende Masse mit Antriebsmoment

$$w_1 = m * v^2 * 0,25 = 70 \text{ kg} * \left(0,35 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 * 0,25 = 2,14 \text{ Nm}$$

$$w_2 = \frac{M * s}{R} = \frac{19,2 \text{ Nm} * 0,012 \text{ m}}{0,16 \text{ m}} = 1,44 \text{ Nm}$$

$$w_3 = w_1 + w_2 = 2,14 \text{ Nm} + 1,44 \text{ Nm} = 3,58 \text{ Nm}$$

$$v_D = \frac{v * R}{L} = \frac{0,35 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 0,16 \text{ m}}{0,515 \text{ m}} = 0,109 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$m_e = \frac{2 * w_3}{v_D^2} = \frac{2 * 3,58 \text{ Nm}}{\left(0,109 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} = 602,64 \text{ kg}$$

Auswahl Stoßdämpfer nach Leistungstabelle:

Siehe ACE-Katalog, S.16

4.4.4 Auswahl der Sensoren

Für die Abfrage der Drehstellung des Greifers wird ein induktiver Sensor benutzt, bei dem der Nennschaltabstand etwas größer als bei den Vorhergehenden Sensoren, da der Dämpfer bei dem Abbremsen der Schwenkbewegung des Drehmoduls einfedert und ein Anschlagen an den Sensor verhindert werden soll.

Für diese Anlage ist z.B. ein Sensortyp mit dem folgenden Balluff-Typenschlüssel geeignet:

BES 516-325-G-S4-C

- | | |
|-------------------------------|---------------------------|
| • Bemessungsbetriebsspannung | 24 DC V |
| • Schaltfrequenz | 1000 Hz |
| • Durchmesser | M12x1 |
| • Anschlussdraht | DC 3 |
| • Umgebungstemperatur | min. – 25 °C, max. +70 °C |
| • Werkstoff Gehäuse | CuZn, Ni-frei beschichtet |
| • Nennschaltabstand (sn) | 4 mm |
| • Mechanische Einbaubedingung | bündig einbaubar |

Zur Abfrage ob der Greifer mit einem Kurbelwellenkorb beladen ist kommt ebenfalls ein induktiver Sensor zur Anwendung.

BES M12 MI-PSC20B-S04G

- | | |
|-------------------------------|---------------------------|
| • Bemessungsbetriebsspannung | 24 DC V |
| • Schaltfrequenz | 1200Hz |
| • Durchmesser | M12x1 |
| • Anschlussdraht | DC 3 |
| • Umgebungstemperatur | min. – 25 °C, max. +70 °C |
| • Werkstoff Gehäuse | CuZn, Ni-frei beschichtet |
| • Nennschaltabstand (sn) | 2 mm |
| • Mechanische Einbaubedingung | bündig einbaubar |

5 Instandhaltung

Die Instandhaltung soll sicherstellen, dass der funktionsfähige Zustand von technischen Systemen, Bauelementen und Betriebsmittel, erhalten bleibt oder bei Ausfall wieder hergestellt wird. Weitere Ziele können sein:

- Erhöhung und optimale Nutzung der Lebensdauer von Anlagen und Geräten
- Verbesserung der Betriebssicherheit
- Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit
- Optimierung von Betriebsabläufen
- Reduzierung von Störungen
- Vorausschauende Planung von Kosten

Heute haben Wartungs- und Instandhaltungskonzepte primär die Aufgabe, eine möglichst hohe technische Verfügbarkeit der Anlage zu gewährleisten. Für die Umsetzung dieser Ziele reicht es jedoch nicht aus, lediglich Wartungsaufgaben zu definieren und durchzuführen, sondern ebenfalls von großer Bedeutung ist eine reibungslose Ersatzteilversorgung. Dabei sollte das Unternehmen allerdings hohe Ersatzteilbestände vermeiden und nur jene Bauteile als Ersatzteile lagern, die zur Erhaltung der erforderlichen Maschinenverfügbarkeit notwendig sind, oder Absprachen mit dem Anlagenlieferanten über die Vorhaltung von Ersatzteilen treffen. Weiterhin steht neben dem technischen Aspekt auch die Betrachtung der betrieblichen Kosten, die für den Wartungs- und Instandhaltungsbereich anfallen. Bei einem Maschinenausfall kommen auf einen Betrieb in der Serien- oder Massenfertigung nicht nur die Kosten zu, die durch eventuelle Reparaturarbeiten oder Neuanschaffung defekter Bauteile entstehen, sondern während des Ausfalls kann das Unternehmen die Fertigung an der ausgefallenen Maschine nicht weiter ausführen. Termintreue und Erhaltung der Produktqualität spielen dabei eine sehr wichtige Rolle.

Die Wartung wird im Allgemeinen in regelmäßigen Abständen und häufig von ausgebildetem Fachpersonal durchgeführt. So kann eine möglichst lange Lebensdauer und ein geringer Verschleiß der gewarteten Objekte gewährleistet werden. Fachgerechte Wartung ist oft auch Bestandteil der Gewährleistung. Wartung umfasst z. B. Nachstellen, Schmieren, funktionserhaltendes Reinigen, Konservieren, Nachfüllen oder Ersetzen von Betriebsstoffen oder Verbrauchsmitteln (z. B.

Kraftstoff, Schmierstoff oder Wasser) und planmäßiges Austauschen von Verschleißteilen (z. B. Filter oder Dichtungen), wenn deren noch zu erwartende Lebensdauer offensichtlich oder gemäß Herstellerangabe kürzer ist als das nächste Wartungs-Intervall. [3]

5.1 Wartungsplan des Übergabehandlings

siehe Anlagen:

6 Technische Zeichnungen der Baugruppen und Bauteile

siehe Anlagen:

7 Stücklisten

siehe Anlagen:

8 Zusammenfassung und Ausblick

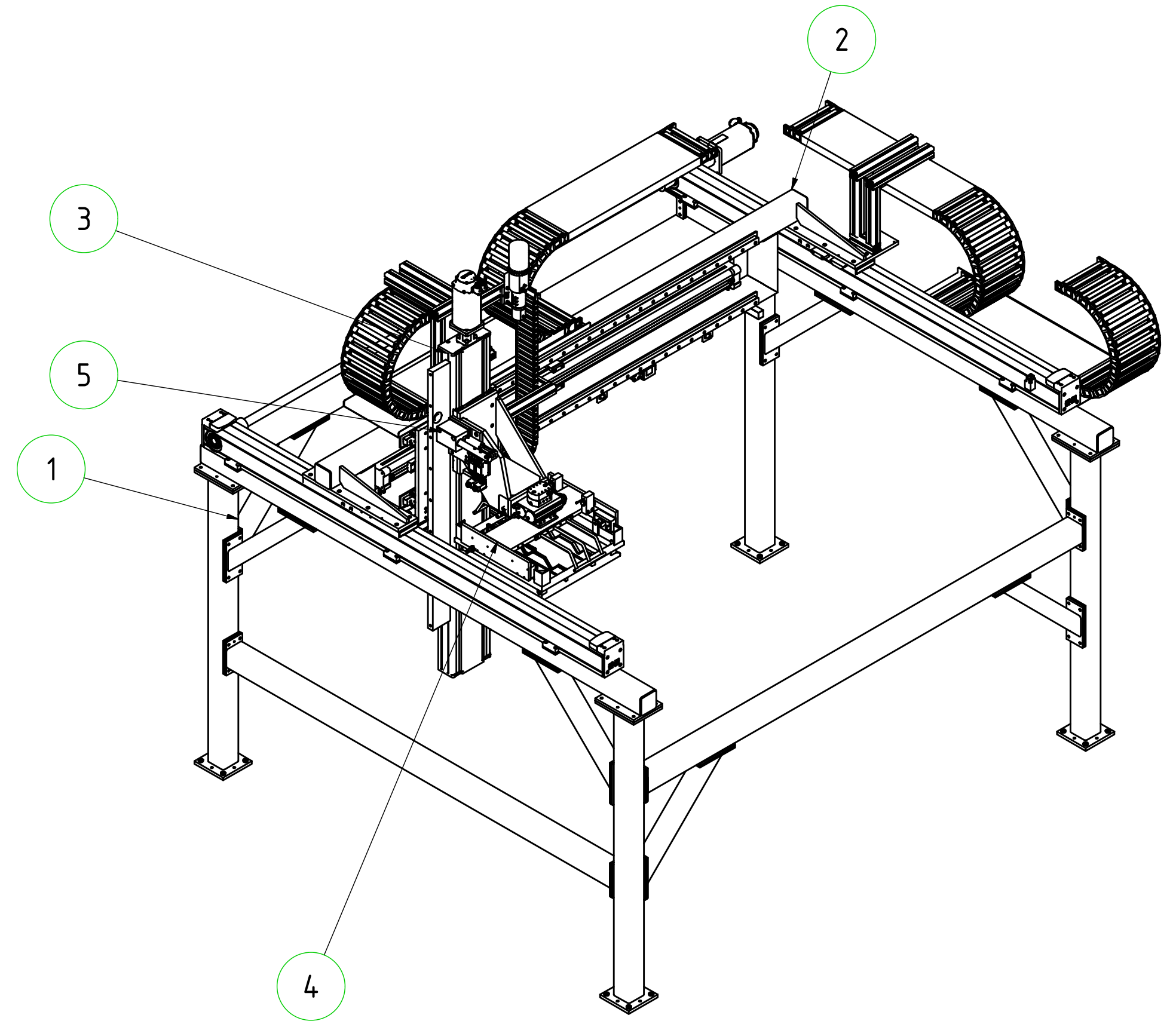
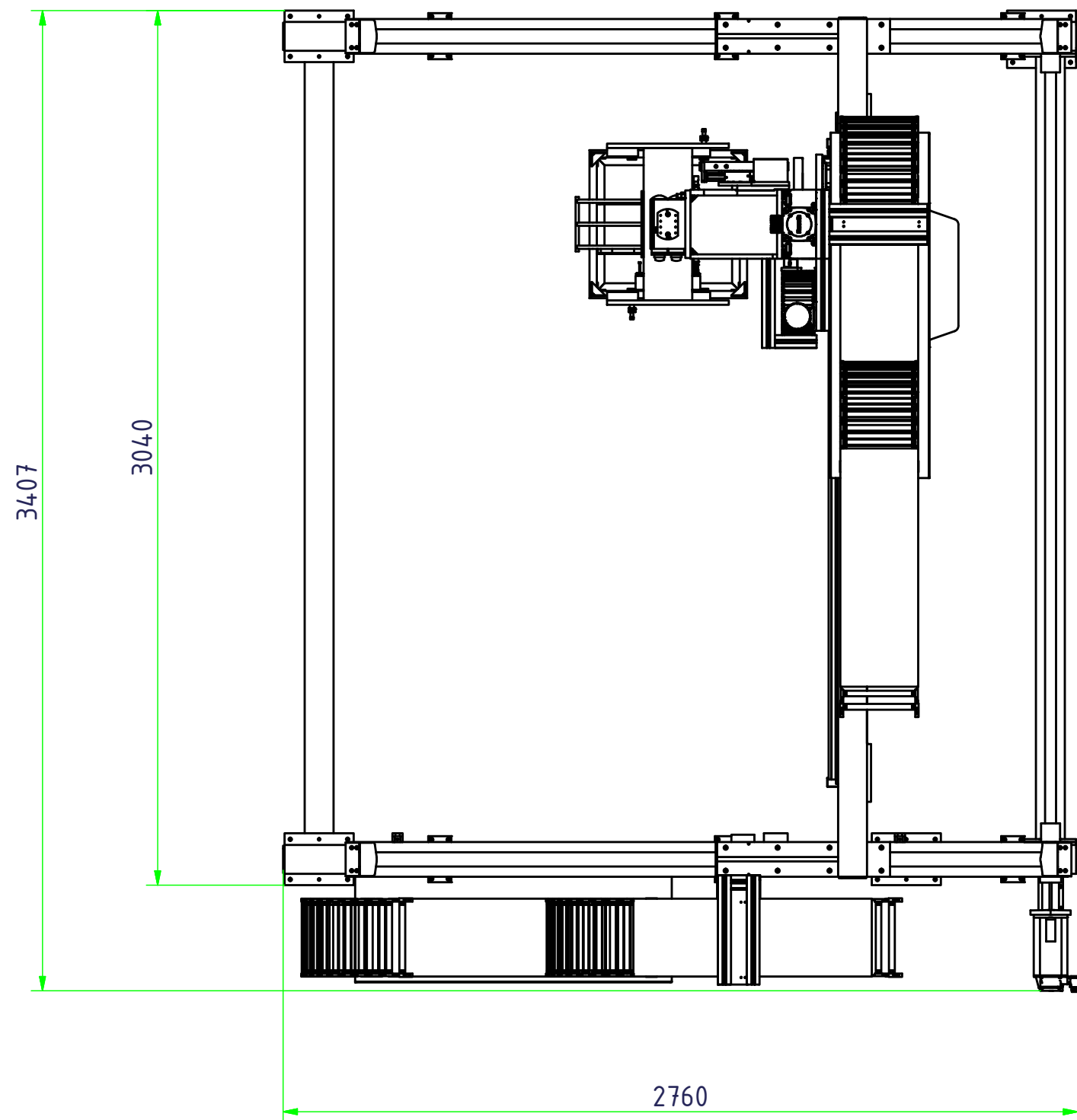
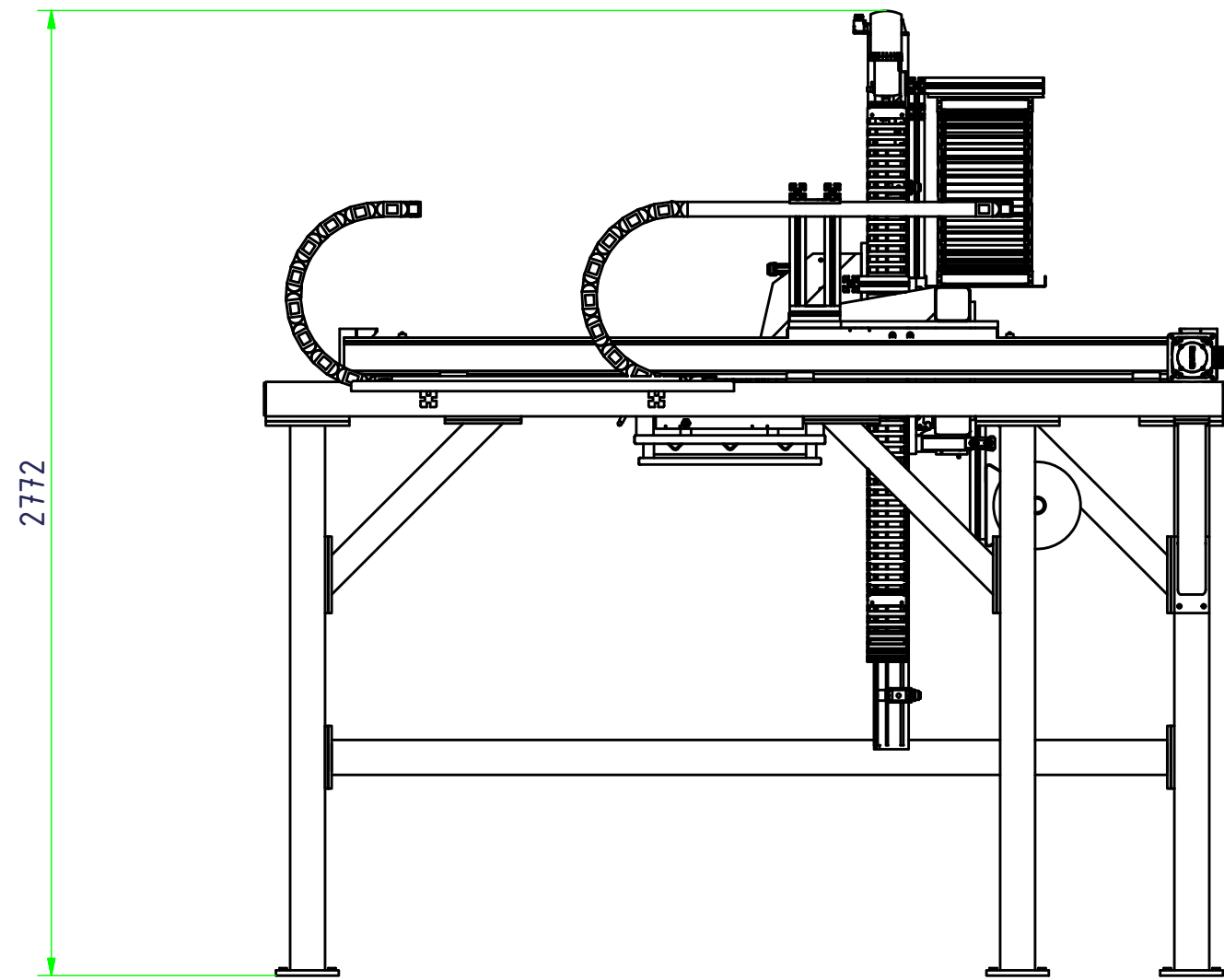
Ziel der vorliegenden Bachelorarbeit war es, ein 3-Achs-Handling mit Greifereinrichtung zu konstruieren. Dabei wurde nach den Anforderungen und Aufgaben an das Handlingsystem ein Entwurf erstellt. Zum Lösungskonzept bzw. für eine Ausarbeitung wurde unter Betrachtung der Herstellbarkeit, die zu verwendenden Werkstoffe, Oberflächenbeschaffenheit, Form und Anordnung für Bauteile und Baugruppen festgelegt. Aus spezialisierten Herstellern für Kaufteilkomponenten wurde eine Auswahl nach Anforderungen für die Anlage getroffen. Der Schwerpunkt der Konstruktion war das Erarbeiten der Fertigungsunterlagen besonders Einzelteilzeichnungen, Gruppen- und Gesamtzeichnungen sowie die Stücklisten. Der Erstellung der Fertigungsunterlagen ging das Konstruieren von 3D-Modellen mit Inventor voraus. Zur Instandhaltung der Anlage wurde ein Plan für die Wartung erstellt, um die Lebensdauer der Anlage zu gewährleisten.

In Zukunft wird immer mehr die Konstruktion Programmunterstützt mittels Rechentechnik stattfinden. Mit zunehmendem CAD-Einsatz, insbesondere von 3D-Modellen, ist nicht immer die Erstellung von klassischen technischen Zeichnungen erforderlich. Die produktdefinierten Daten können auch nur im rechnerinternen Modell gespeichert sein. Je nach Notwendigkeit werden dann nur Teilinformationen, zweckdienliche Bilder und/oder angepasste Darstellungen ausgegeben bzw. aufgerufen. [4]

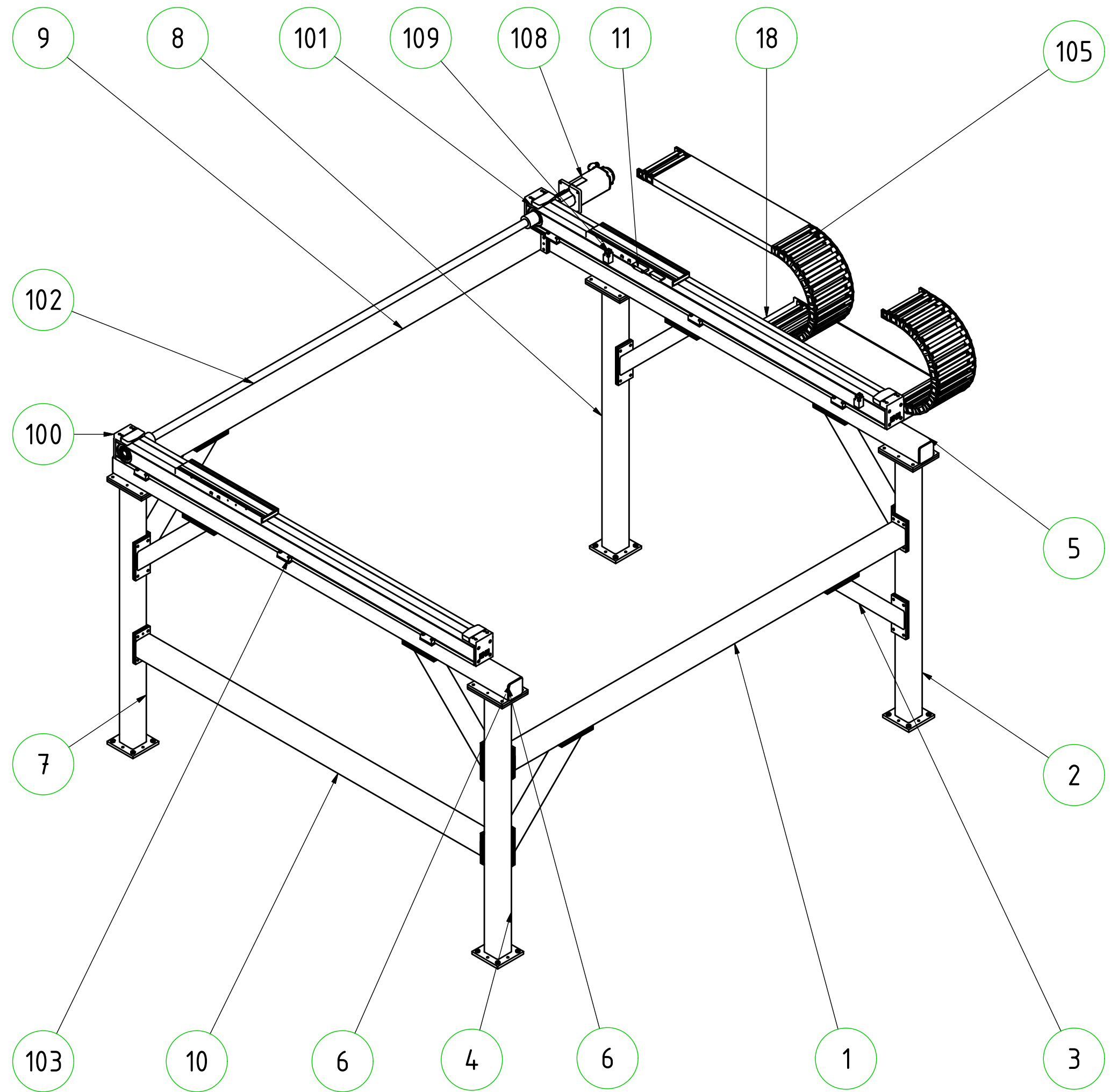
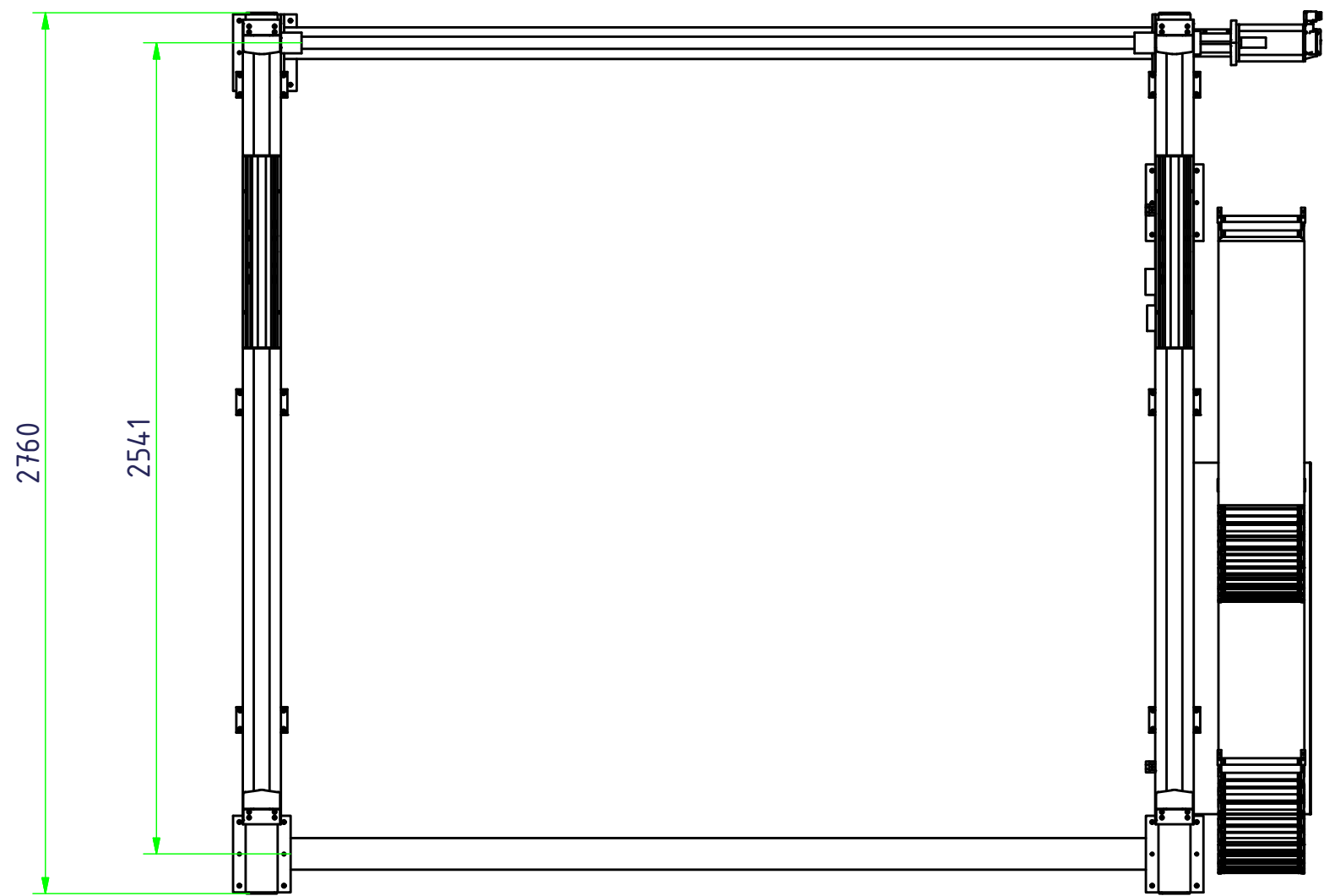
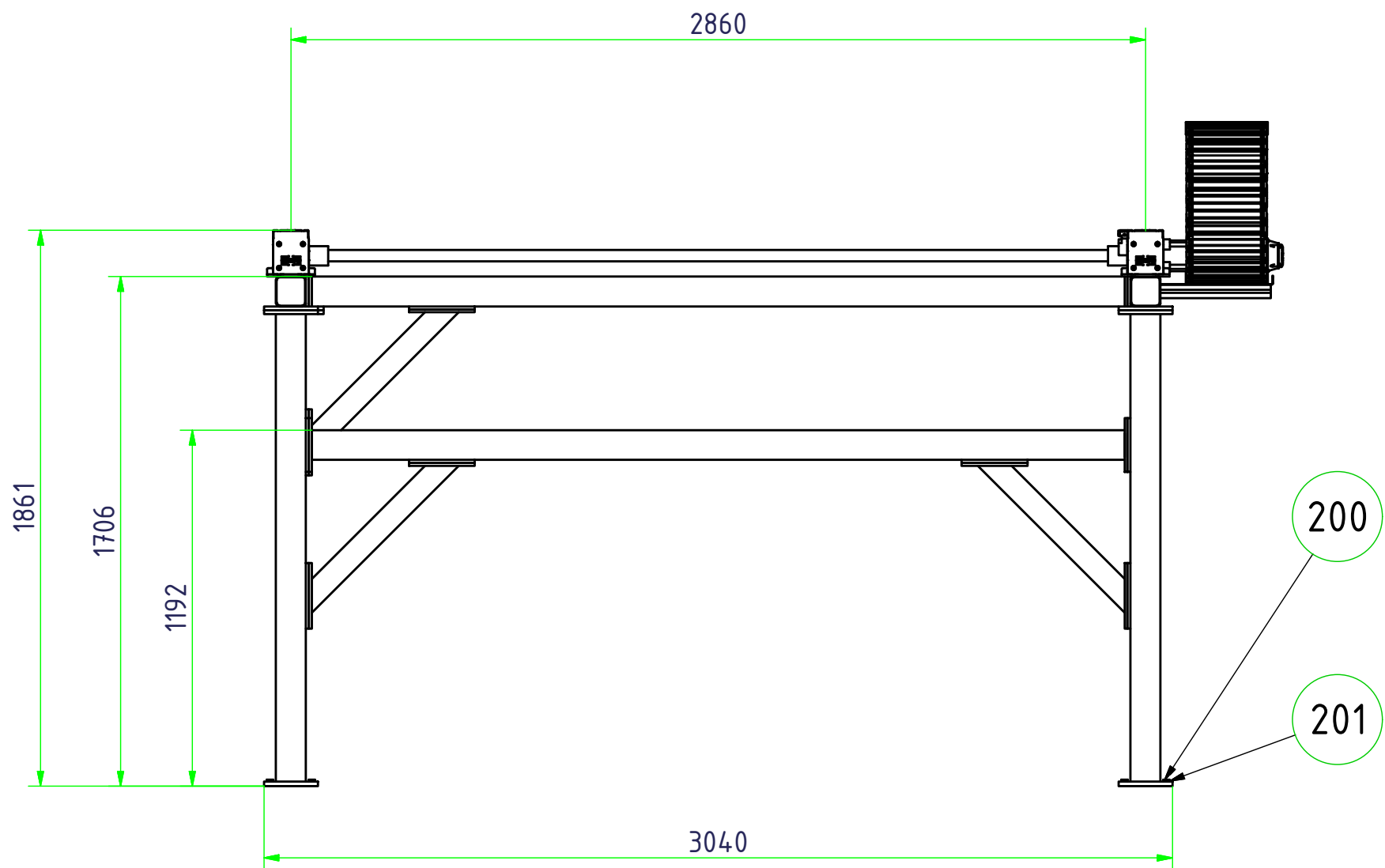
Anlagen


Tabelle 1: Wartungsplan

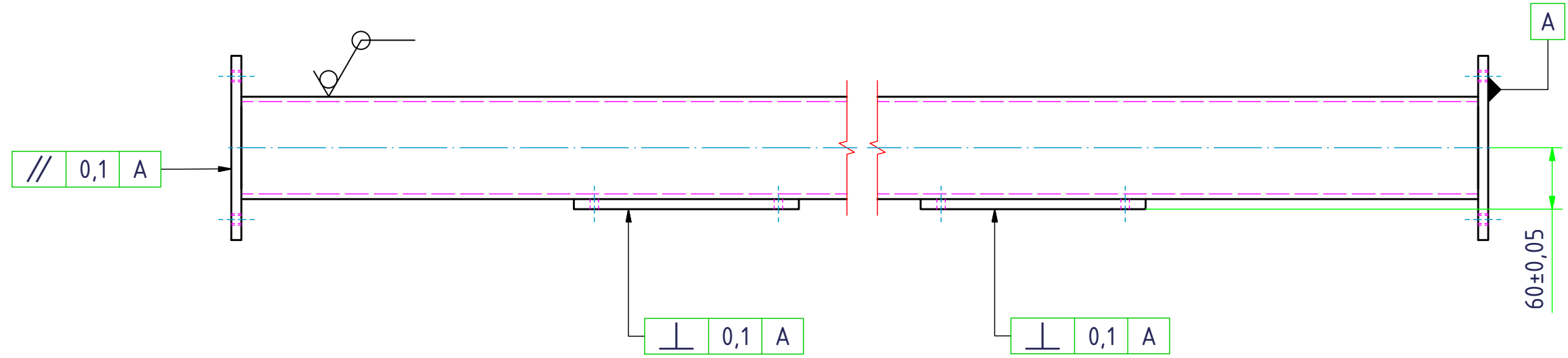
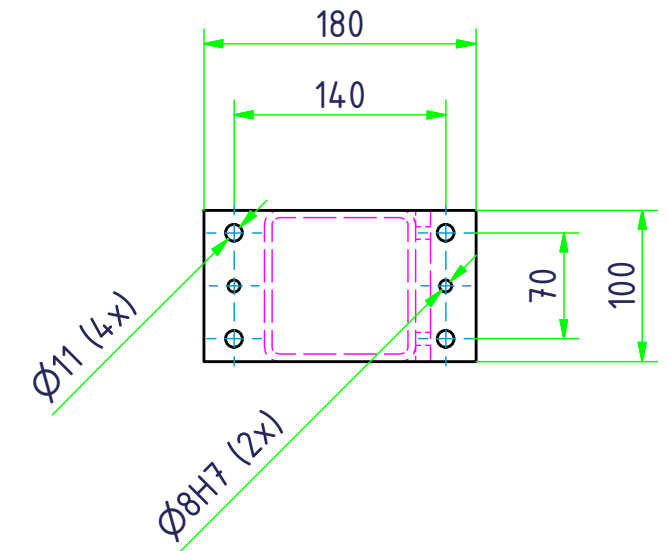
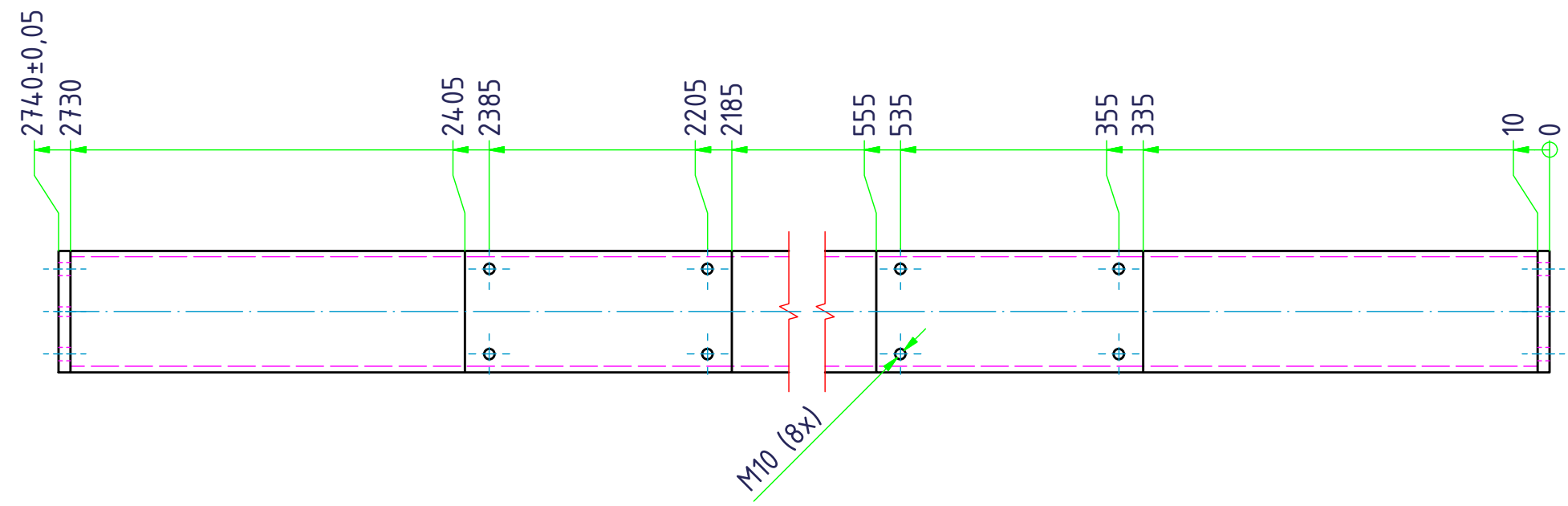
Beladehandling									
¹⁾ P = prüfen ²⁾ h = stündlich z.B.: 3t = 3 mal täglich ³⁾ IH = Inst. Halt. R = reinigen t = täglich B = Bediener E= ersetzen w = w öchentlich S= schmieren m = monatlich j = jährlich									
Inspektionsstelle					Zeit-plan	Bemerkung			
Lfd. NR.	Wo	Art der Arbeit	Was	Wie	Wann ²⁾	Zeitbedarf	Wievief	Wer ³⁾	
1	60688-82-50-00	P/E	Elektro-leitungen	Alle im Arbeitsraum der Maschine befindlichen elektrischen Leitungen und Kabel sind w öchentlich einer Sichtprüfung bezüglich Beschädigung der Isolierung, Scheuerstellen, Quetschungen ... zu unterziehen und bei Bedarf sofort zu ersetzen.	w	10 min		B	
2	60688-82-50-00 <i>Beladehandling</i>	P/E	Stoß-dämpfer	Alle an der Anlage befindlichen Stoß-dämpfer sind einer Sichtkontrolle bezüglich Beschädigungen zu unterziehen.	m	5 min		B	
3	60688-82-50-00 <i>Beladehandling</i>	P/E	Energie-ketten	Alle an der Anlage befindlichen Energieketten sind einer Sichtkontrolle bezüglich Beschädigungen zu unterziehen.	2j	10 min		B	
4	60688-82-52-00	P/R/S	Linear-führungen	Die Laufw agen der Kugelführungssysteme (Fa. THK) sind jährlich 1x zu schmieren; dazu Schmierrichtlinien von Fa.	j	20 ccm	IH		
	<i>x-Achse Traverse</i>		(Fa. THK)	THK beachten. Zu verw enden ist Schmierfett KP 2 - K 51502/51825 Lithiumseifenfett.					
				Mit den Schmiervorsätzen QZ ausgerüstete Führungsw agen können bis zu 30 000 km ohne Nachschmierung bei leichter Belastung erreicht w erden, spätestens nach 5 Jahren müssen die Wagen nachgeschmiert w erden.	5j				
5	60688-82-52-00 <i>x-Achse Traverse</i>	P/E	Kolben-stangen-loser Zylinder OSP (Fa. ORIGA)	Prüfung aller Befestigungen und der Dichtheit aller Anschlüsse.	m	5 min		B/IH	
6	60688-82-52-00 <i>x-Achse Traverse</i>	P/E	Kompakt-zylinder ADNGF (Fa. FESTO)	Prüfung aller Befestigungen und der Dichtheit aller Anschlüsse.	m	5 min		B	
7	60688-82-52-00 <i>x-Achse Traverse</i>	S	Gleit-führung Zwischen anschlag	Schmieren der metallischen Gleitflächen mit Fett Typ K2K nach DIN 51825.	j	5 min		IH	
8	60688-82-54-00	S/R	Schw enk einheit (Fa. SCHUNK)	Regelmäßig Reinigen, Schmieren der metallischen Gleitflächen mit LINO MAX. Verzahnung und Ritzel mittels Molykote BR 2 plus, Kolbenbohrung und Dichtungen mittels HTL 2 oder gleichw ertigen Schmierstoff nachschmieren	w			B/IH	
	<i>Greifer</i>				j				
9	60688-30-74-00 <i>Sicherheitsabst eckung</i>	S	Gleitlager buchen (Fa. Glacier)	Die Kugelbuchsen sind Lebensdauergeschmiert. Bei größeren Instandsetzungsarbeiten Schmierung der Kugelführungsbuchsen mit Fett Typ K2K nach DIN 51825.	j	10 min		IH	
10	60688-30-74-00 <i>Sicherheitsabst eckung</i>	P/E	Kompaktz yylinder ADNGF (Fa. FESTO)	Prüfung aller Befestigungen und der Dichtheit aller Anschlüsse.	m	5 min		B	



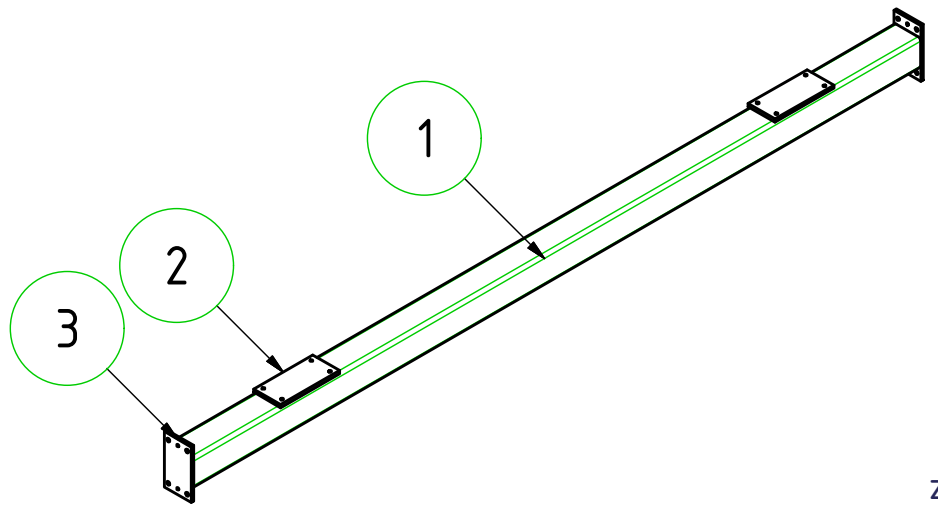
5	1	Sicherheitsabsteckung 500kg	MB07w2-30-74-00								
4	1	Greifer	MB07w2-54-00								
3	1	z-Achse	MB07w2-53-00								
2	1	x-Achse Traverse	MB07w2-52-00								
1	1	Gestell	MB07w2-51-00								
Pos.	Stk	Benennung	Sachnr. / Norm	Bemerkung							
Für nicht tol. Maße gilt		Material:	Oberfläche:	Format							
.....6	>630	>30120	Halbzeug: -	-	A2	Stückzahl:			
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5		Bezeichnung: Beladehandling	Maßstab	Blatt: von:				
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784			Beladehandling	1:20	1 1				
		Zeichnungs-Nr.: MB07w2-50-00			<div>SLG Engineering Consulting Maschinenbau</div> <div>Ingenieurtechnik GmbH</div>						
gezeichnet		Datum 15.12.2010		Name Häckel					Dateiname: MB07w2-50-00.iam		
geprüft											



Für nicht tol. Maße gilt				Material:	Oberfläche:	Format	Stückzahl:
.....6	>6	>30	>120	Halbzeug: -	-	A2	-
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: Gestell Beladehandling		Maßstab	Blatt: von:
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück-kanten DIN 6784		Zeichnungs-Nr.: MB07w2-51-00		1 : 20	1 1
gezeichnet	Datum 15.12.2010	Name Häckel		Dateiname: MB07w2-51-00.iam		 Engineering Consulting Maschinenbau Ingenieurtechnik GmbH	
geprüft							



(1 : 20)



zulässige Positionstoleranz aller
Passbohrungen: ± 0,02
zulässige Positionstoleranz aller
übrigen Bohrungen: ± 0,2

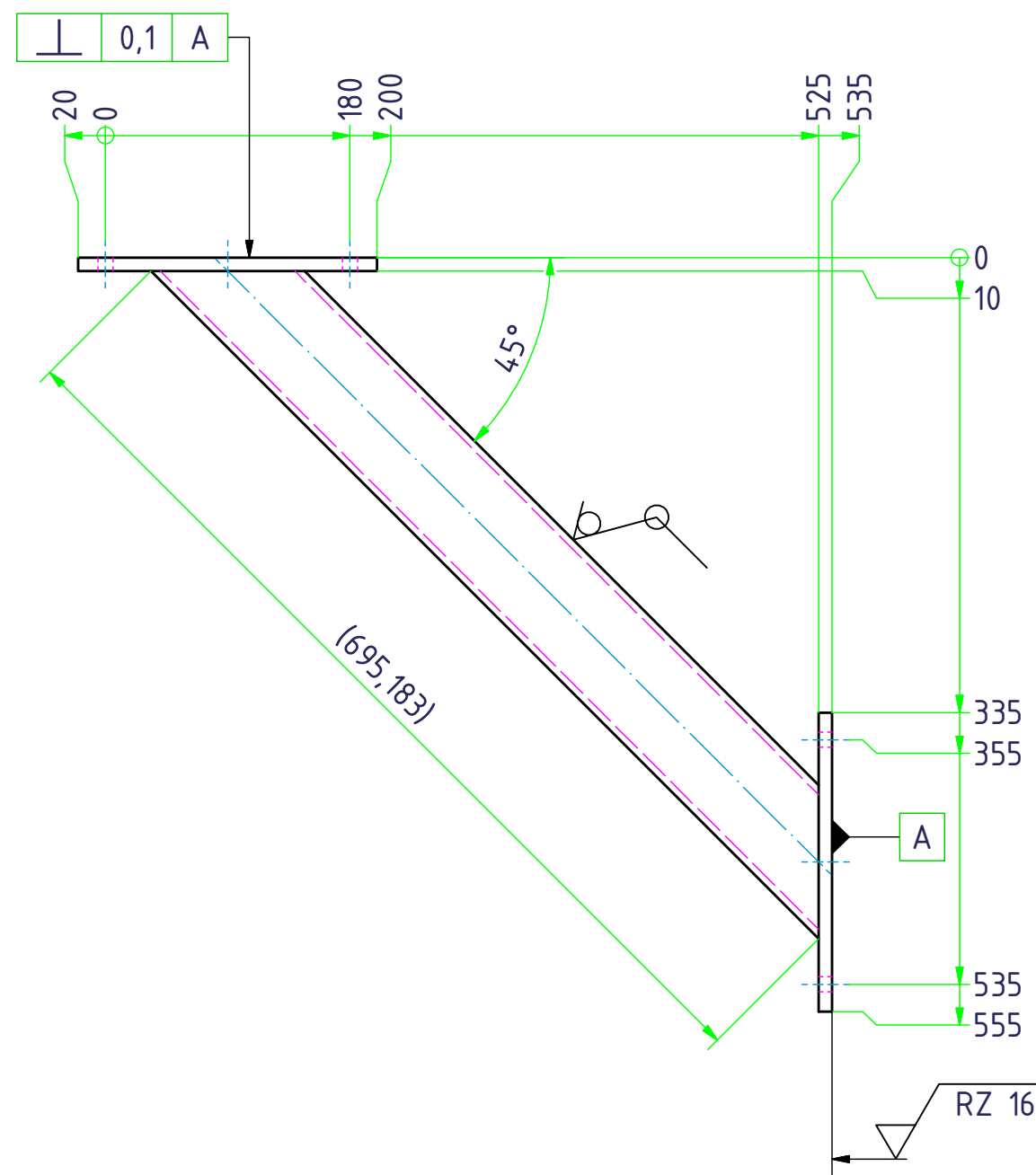
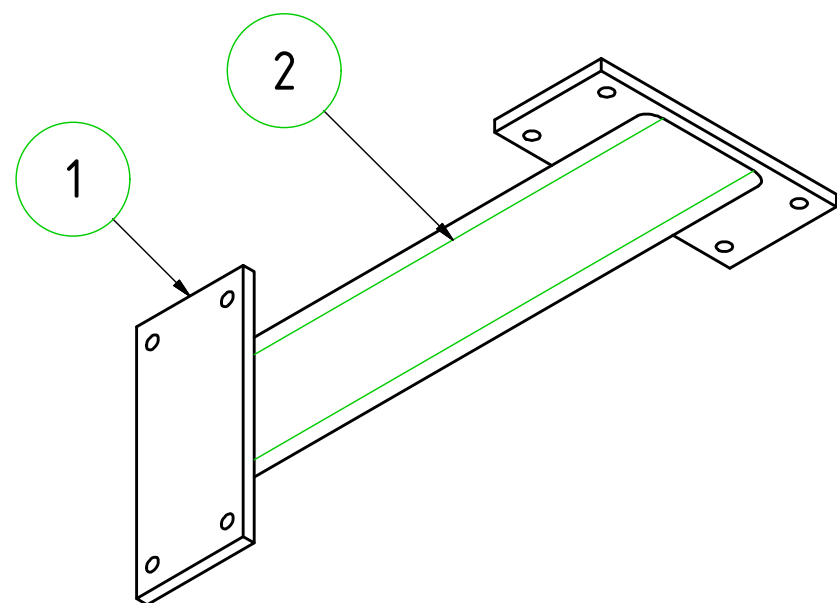
Funktionsflächen frei !

Anstrich: RAL 9002 grauweiß seidematt glatt

SPANNUNGSFREI GEGLUEHT NACH ATE N 550 41-02
stress annealed as per



ax5
Schweißmaßtoleranz: ± 1
Rz16

3	2	Bl 180x100x10	-	S 235 JR
2	1	Bl 220x100x10	-	S 235 JR
1	1	Hohlprofil 100x100x5	DIN EN 10219-2	2720 mm
Pos.	Stk	Benennung	Sachnr./ Norm	Bemerkung
Für nicht tol. Maße gilt		Material:	Oberfläche:	Format
.....6	>630	>30120	>120	A3
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Maßstab
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784	Bezeichnung: Strebe x Gestell	
gezeichnet	Datum 15.12.2010	Name Häckel	Zeichnungs-Nr.: MB07w2-51-01	
geprüft			Dateiname: MB07w2-51-01.iam	
			Stückzahl:	Blatt: von:
			1	1
SLG Engineering Consulting Maschinenbau Ingenieurtechnik GmbH				

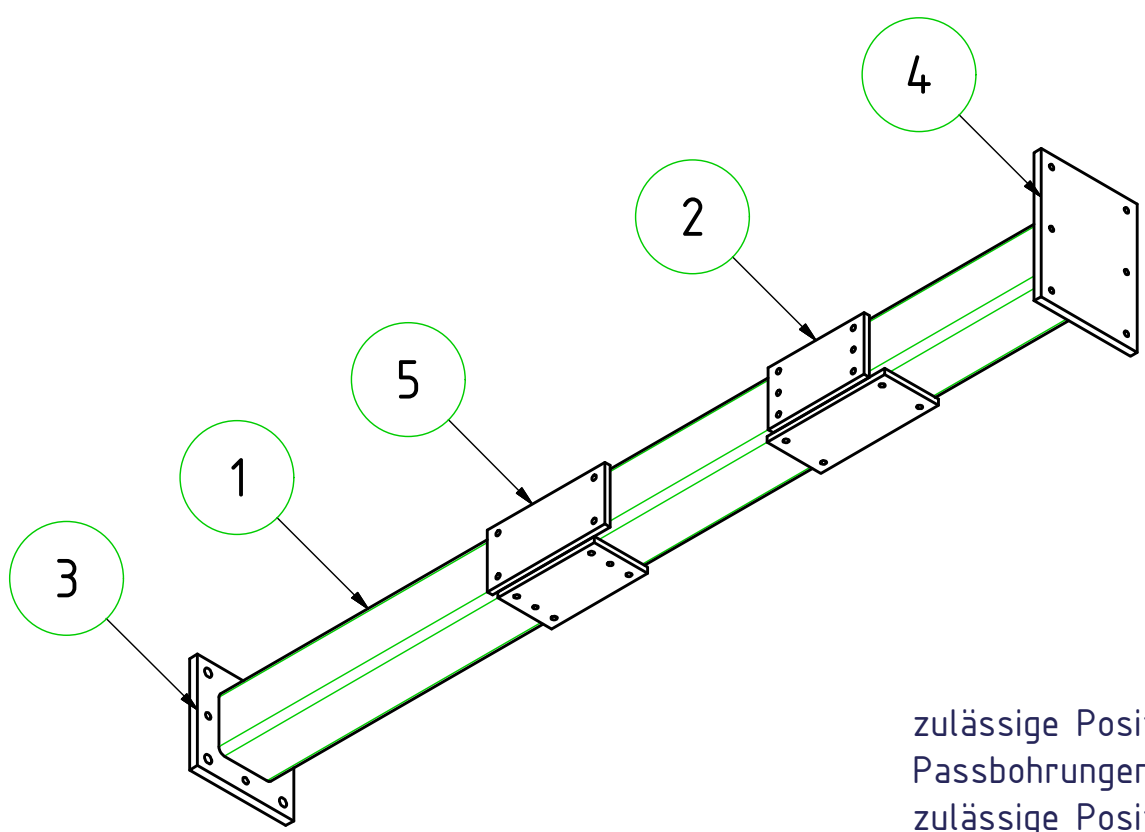
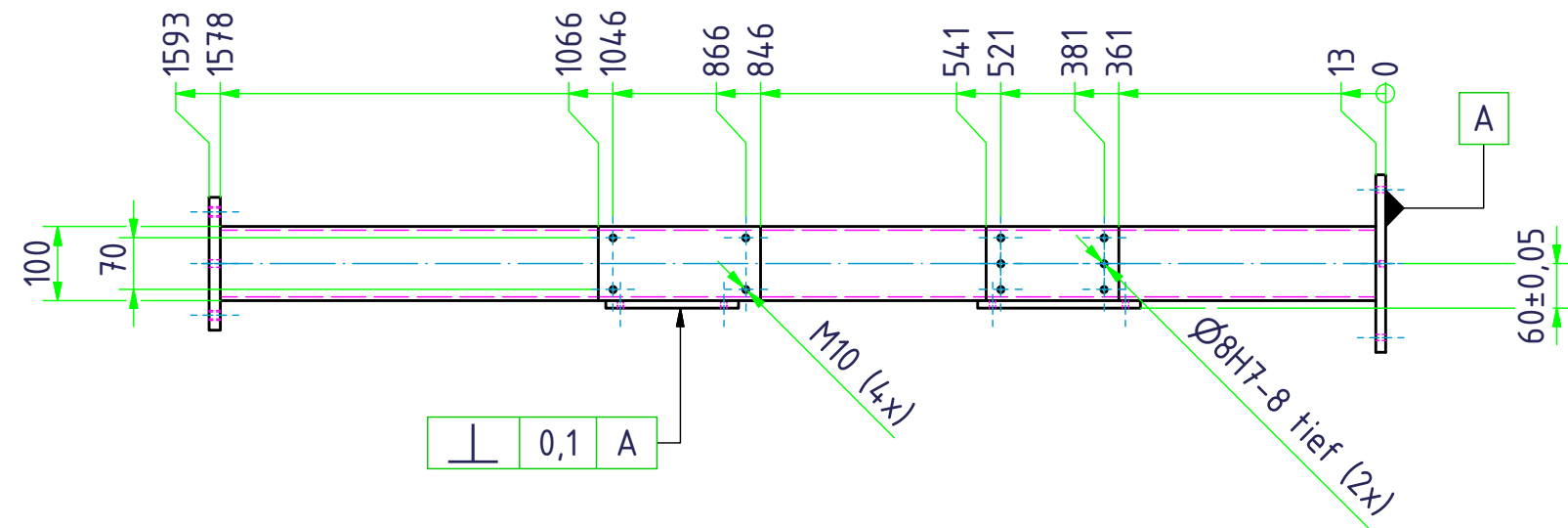
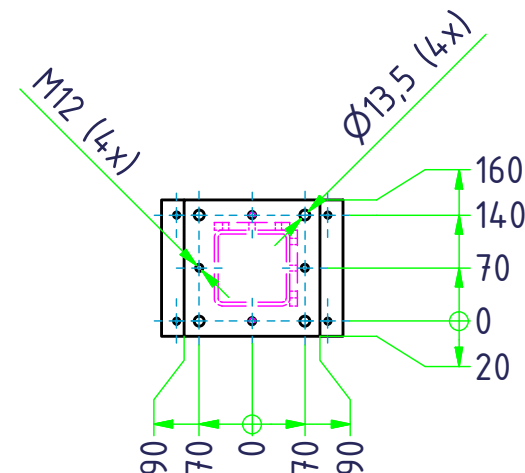
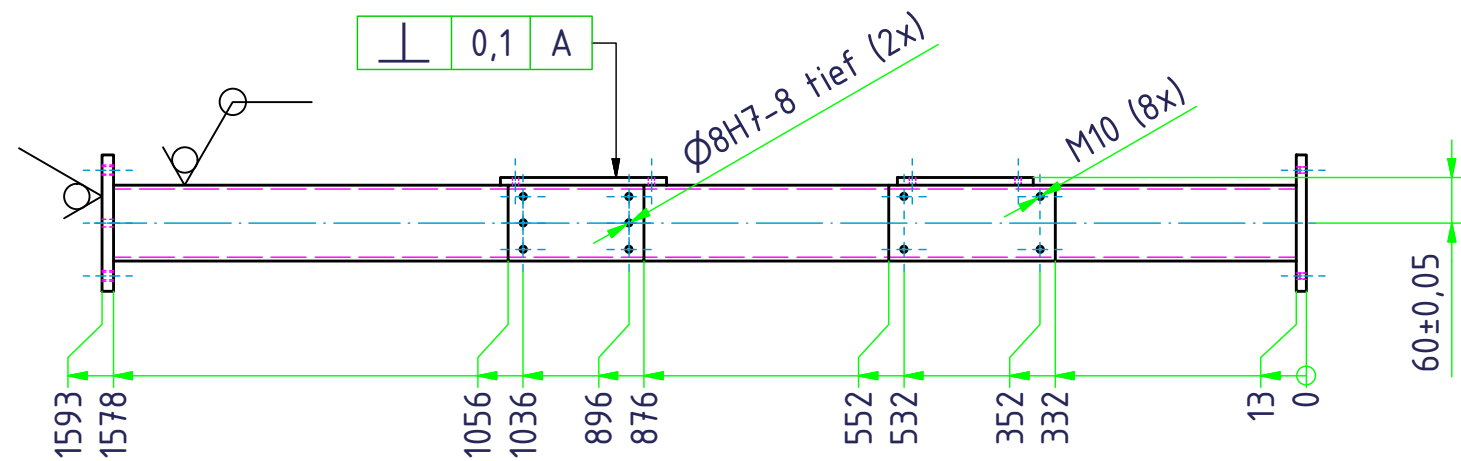
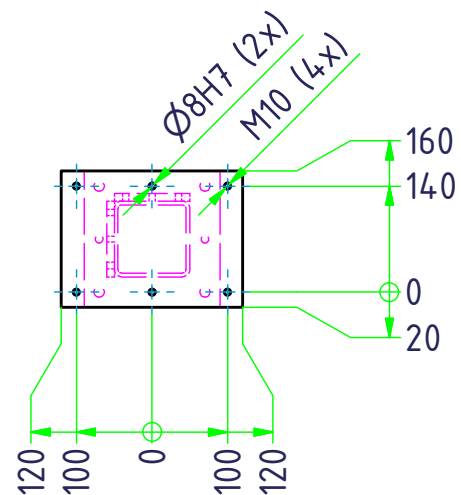


Schweißmaßtoleranz:

SPANNUNGSFREI GEGLUEHT NACH ATE N 550 41-02
stress annealed as per

2	1	Hohlprofil 80x80x5		DIN EN 10219-2		696 mm		
1	2	Bl 220x100x10		-		S 235 JR		
Pos.	Stk	Benennung		Sachnr./ Norm		Bemerkung		
Für nicht tol. Maße gilt				Material: Standard		Oberfläche:	Format A3	Stückzahl:
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug:				
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: Knotenstütze Gestell		Maßstab 1 : 5	Blatt: von: 1 1	
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten  DIN 6784		Zeichnungs-Nr.: MB07w2-51-03				
Datum		Name		Dateiname: MB07w2-51-03.iam				
gezeichnet 15.12.2010		Häckel						
geprüft								

zulässige Positionstoleranz aller
Passbohrungen: $\pm 0,02$
zulässige Positionstoleranz aller
übrigen Bohrungen: $\pm 0,2$



zulässige Positionstoleranz aller
Passbohrungen: ± 0,02
zulässige Positionstoleranz aller
übrigen Bohrungen: ± 0,2



Funktionsflächen frei !

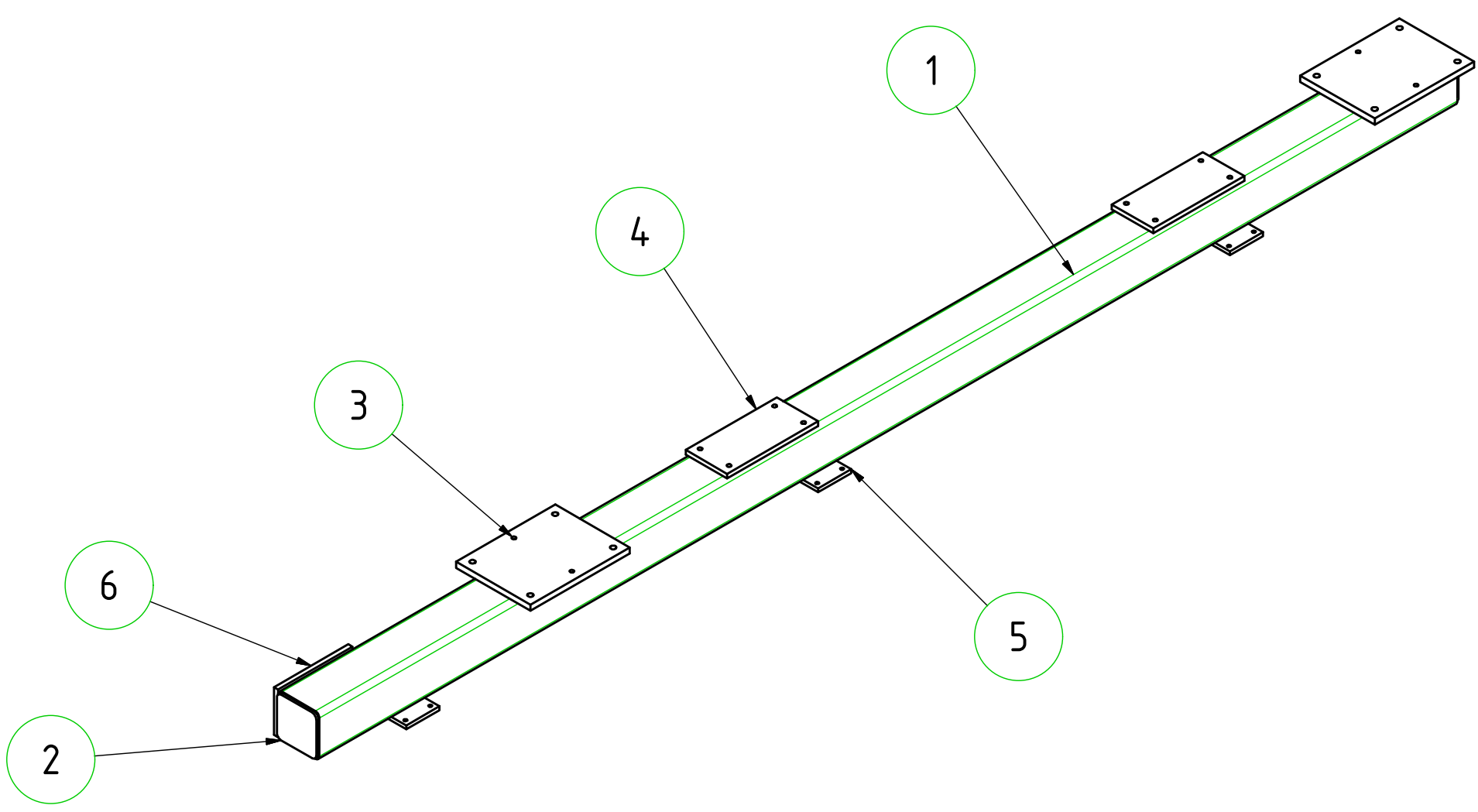
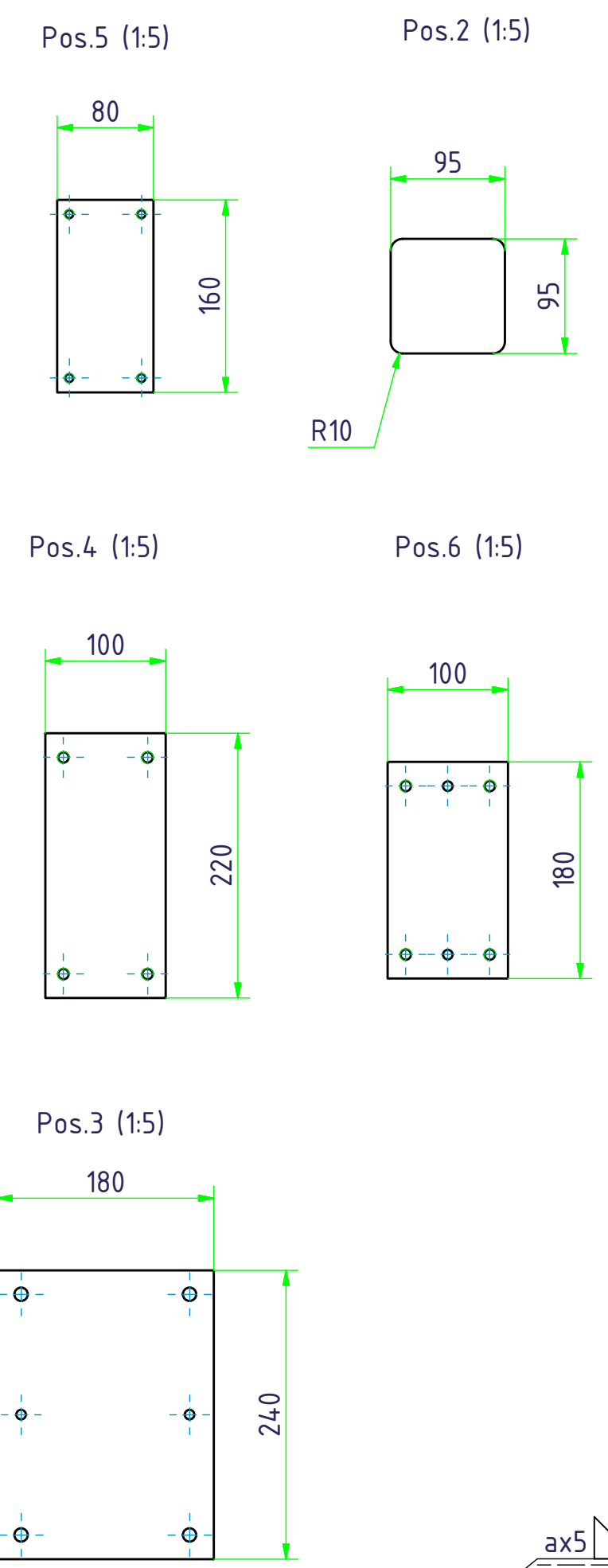
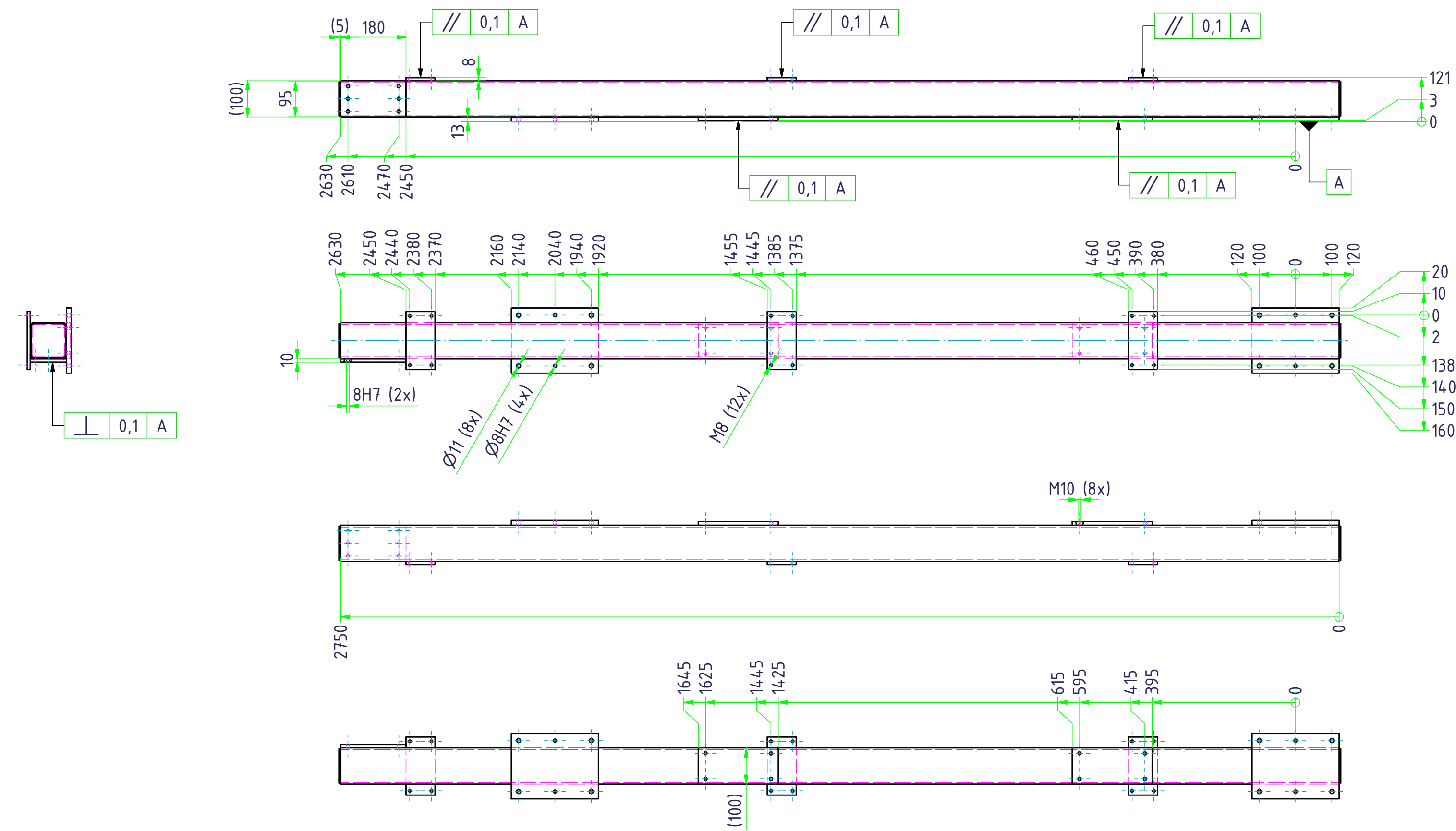
Anstrich: RAL 9002 grauweiß seidematt glatt

SPANNUNGSFREI GEGLUEHT NACH ATE N 550 41-02
stress annealed as per

ax5
Schweißmaßtoleranz: ± 1
Rz16 (✓)

5	2	Bl 220x100x10	-	S 235 JR
4	1	Bl 220x180x15	-	S 235 JR
3	1	Bl 180x180x13	-	S 235 JR
2	2	Bl 180x100x10	-	S 235 JR
1	1	Hohlprofil 100x100x5	DIN EN 10219-2	1565 mm
Pos.	Stk	Benennung	Sachnr./ Norm	Bemerkung

Für nicht tol. Maße gilt				Material: Standard		Oberfläche:	Format A3	Stückzahl:
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug:				
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: Säule Gestell			Maßstab 1 : 10	Blatt: von: 1 1
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten  DIN 6784		Zeichnungs-Nr.: MB07w2-51-04				
Datum		Name		Dateiname: MB07w2-51-04.iam				
gezeichnet		15.12.2010						
geprüft								




zulässige Positionstoleranz aller
Passbohrungen zueinander: ±0,02
zulässige Positionstoleranz
der übrigen Bohrungen: ±0,2

Funktionsflächen frei !

Anstrich: RAL 9002 grauweiß seidmatt glatt

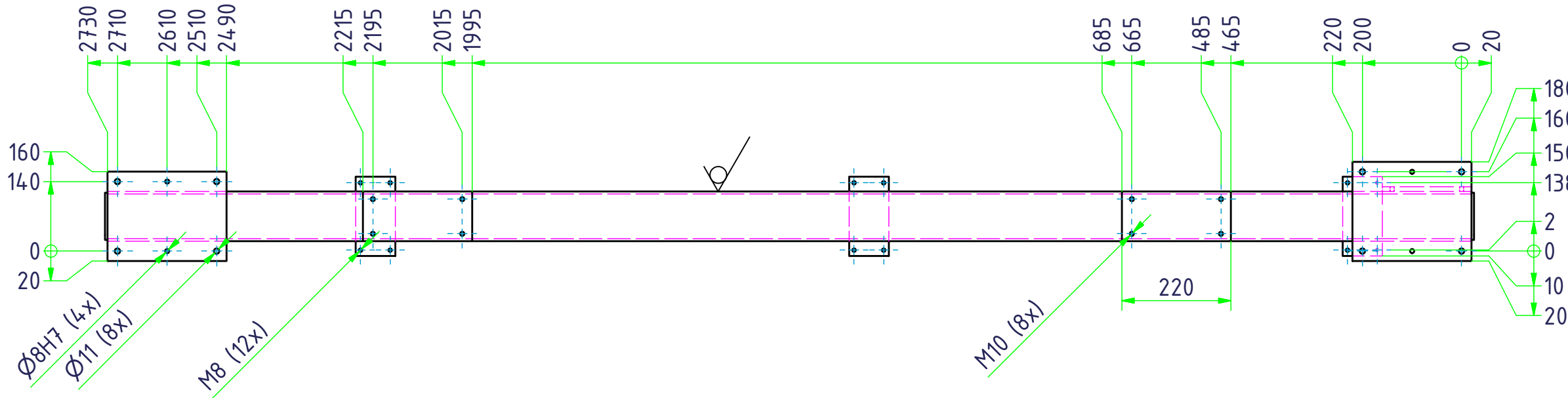
SPANNUNGSFREI GEGLUEHT NACH ATE N 550 41-02
stress annealed as per

6	1	Bl 180x100x10	-	S 235 JR
5	3	Bl 160x80x8	-	S 235 JR
4	2	Bl 220x100x10	-	S 235 JR
3	2	Bl 240x180x13	-	S 235 JR
2	2	Bl 95x95x5	-	S 235 JR
1	1	Hohlprofil 100x100x5	DIN EN 10219-2	2750 mm
Pos.	Stk	Benennung	Sachnr. / Norm	Bemerkung

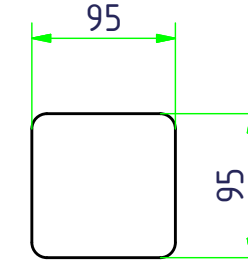
Für nicht tol. Maße gilt				Material: Standard	Oberfläche: -	Format A2	Stückzahl: -
.....6	>630	>30120	>120				
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: Balken Gestell		Maßstab	Blatt: von: 1 1
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784					
Datum		Name		Zeichnungs-Nr.: MB07w2-51-05		<div>SLG  Engineering Consulting Maschinenbau</div> <div>Ingenieurtechnik GmbH</div>	
gezeichnet		15.12.2010 Häckel					
geprüft							
Dateiname: MB07w2-51-05.iam							

Schweißmaßtoleranz: ±1
für alle Bohrungen RZ 16
Rz16 (✓)

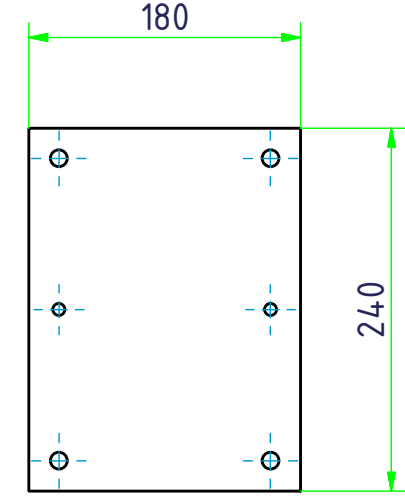
0,1 A



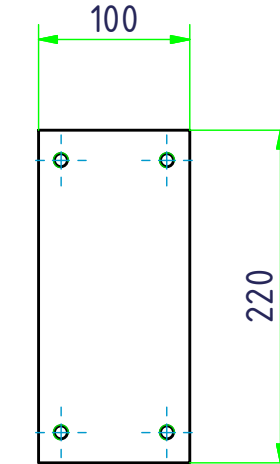
Pos. 2 (1:5)



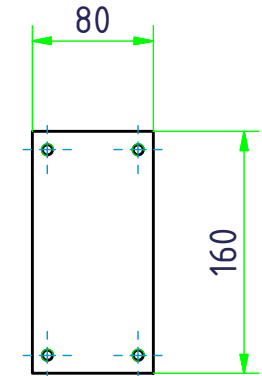
Pos. 3 (1:5)



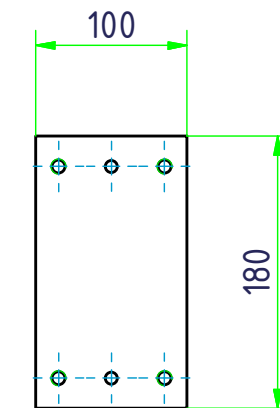
Pos. 4 (1:5)



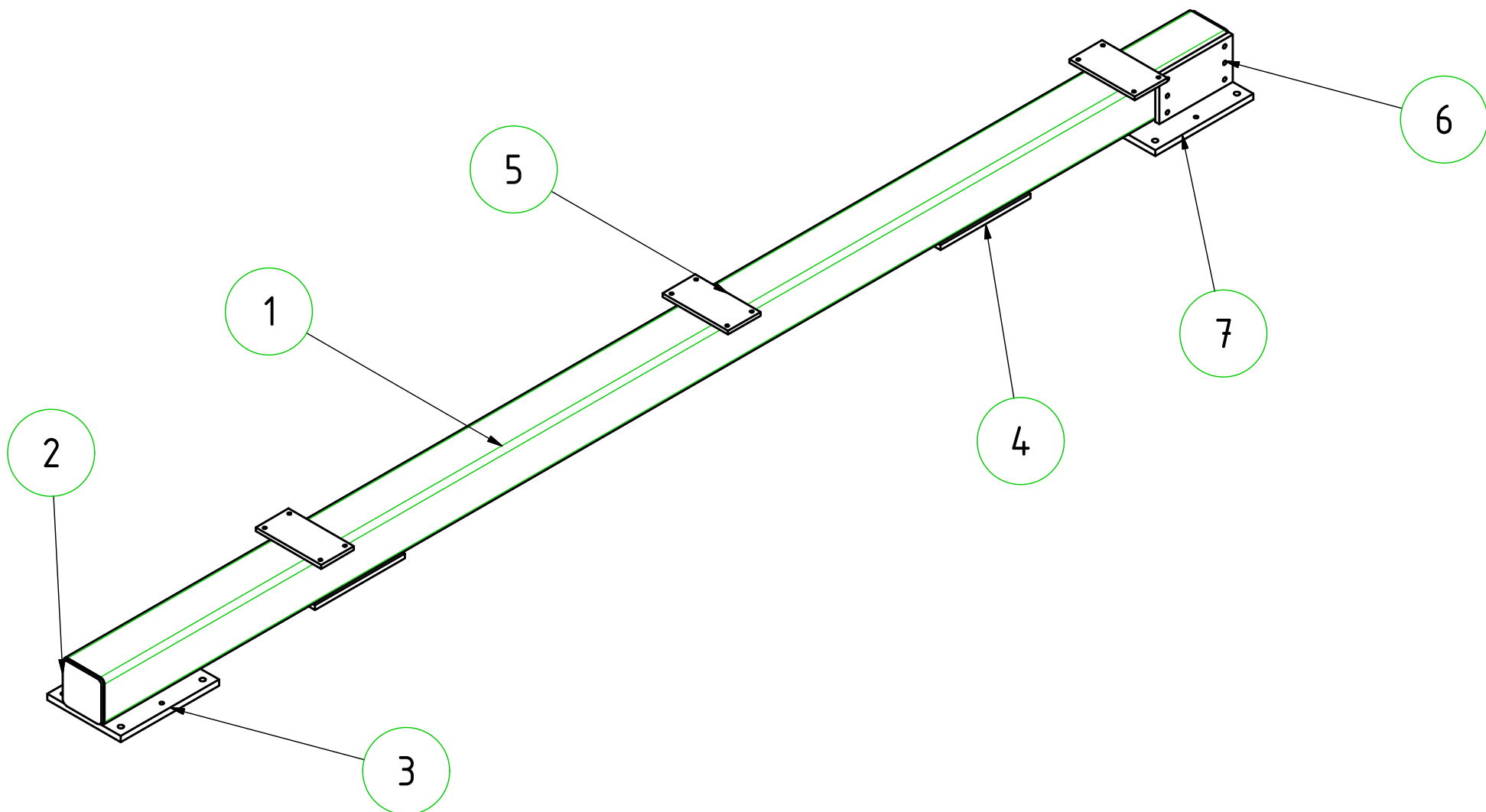
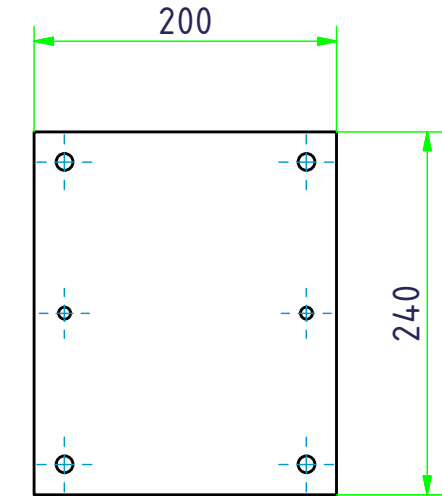
Pos. 5 (1:5)



Pos. 6 (1:5)



Pos. 7 (1:5)



zulässige Positionstoleranz aller
Paßbohrungen zueinander: $\pm 0,02$
zulässige Positionstoleranz
der übrigen Bohrungen: $\pm 0,2$

Funktionsflächen frei

Anstrich: RAL 9002 grauweiß seidematt glatt

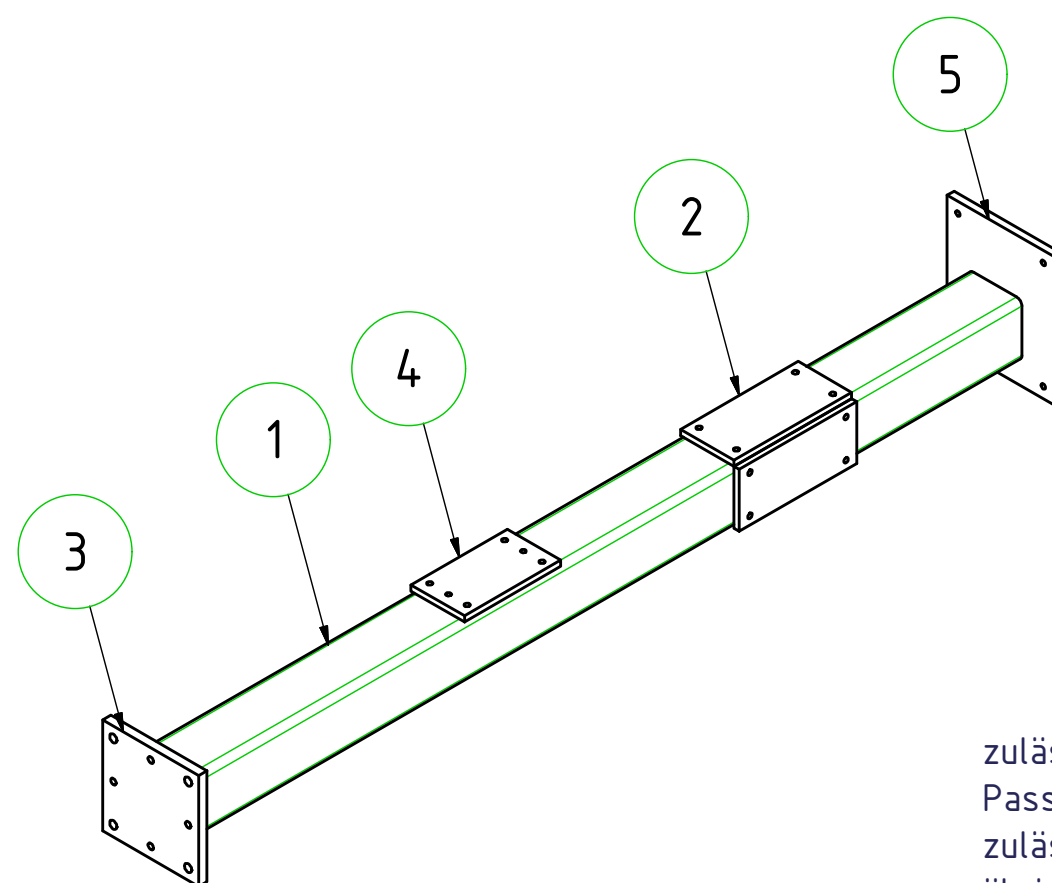
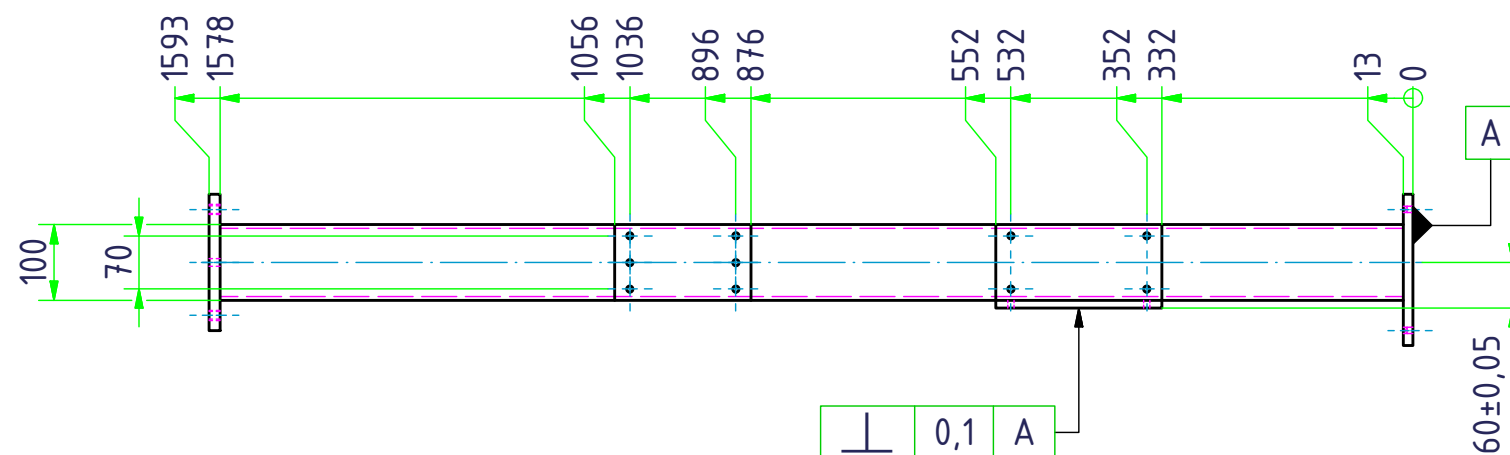
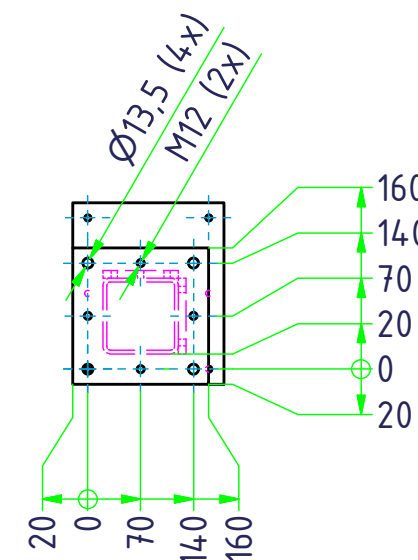
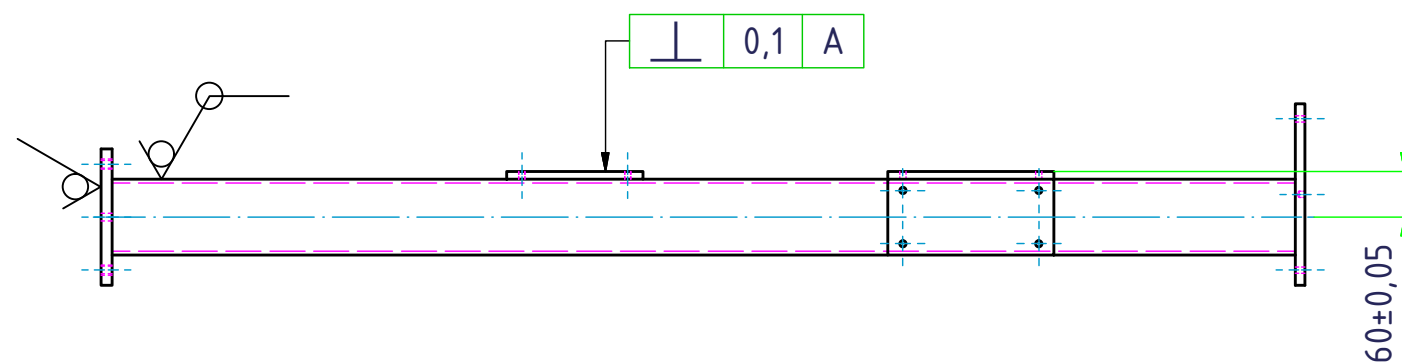
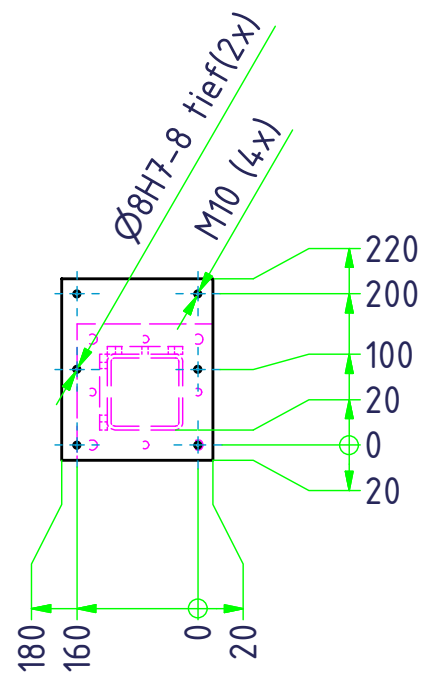
SPANNUNGSFREI GEGLUEHT NACH ATE N 550 41-02
stress annealed as per

Schweißmaßtoleranz: ± 1

Rz16

6	1	Bl 240x200x13	-	S 235 JR
5	3	Bl 160x80x8	-	S 235 JR
4	2	Bl 220x100x10	-	S 235 JR
3	1	Bl 240x180x13	-	S 235 JR
2	2	Bl 95x95x5	-	S 235 JR
1	1	Hohlprofil 100x100x5	DIN EN 10219-2	2750
Pos.	Stk	Benennung	Sachnr./ Norm	Bemerkung

Für nicht tol. Maße gilt				Material: Standard	Oberfläche: -	Format: A2	Stückzahl: -
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug: -		Bezeichnung: Balken Gestell	Maßstab: 1:10
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Zeichnungs-Nr.: MB07w2-51-06			
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784					
gezeichnet	Datum: 15.12.2010	Name: Häckel	Dateiname: MB07w2-51-06.iam				
geprüft							
					SLG = Engi neering Consult ing Maschi nenbau Ingenieurtechnik GmbH		



zulässige Positionstoleranz aller
Passbohrungen: $\pm 0,02$
zulässige Positionstoleranz aller
übrigen Bohrungen: $\pm 0,2$

Funktionsflächen frei !

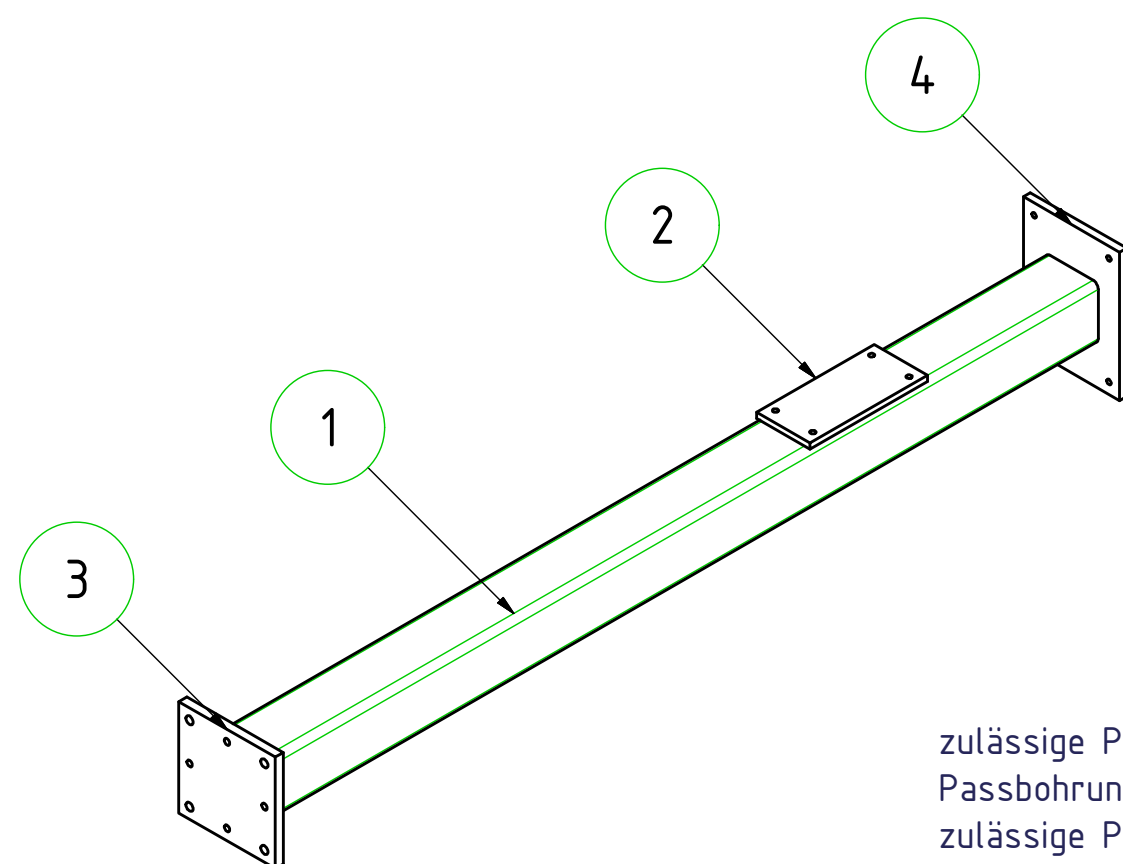
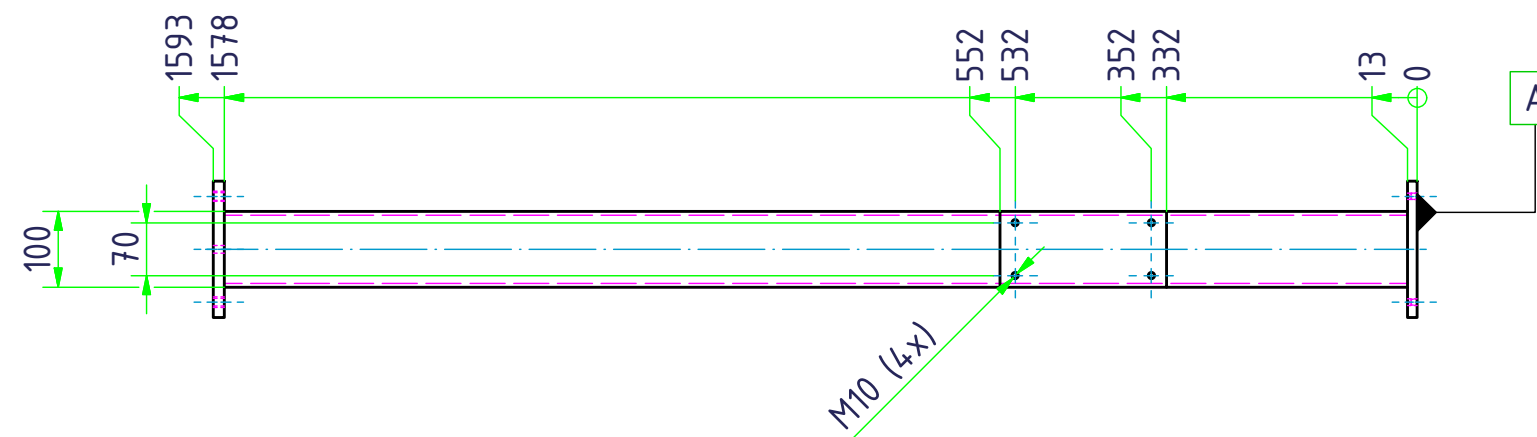
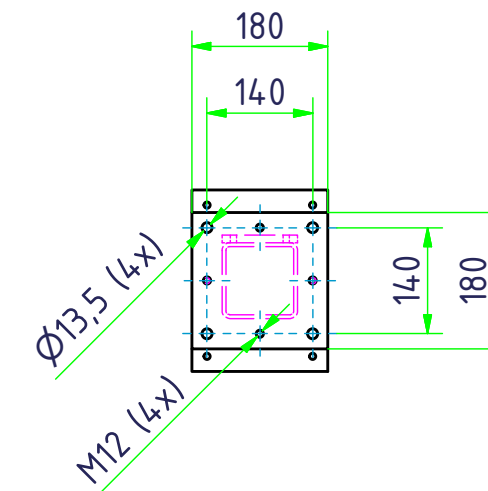
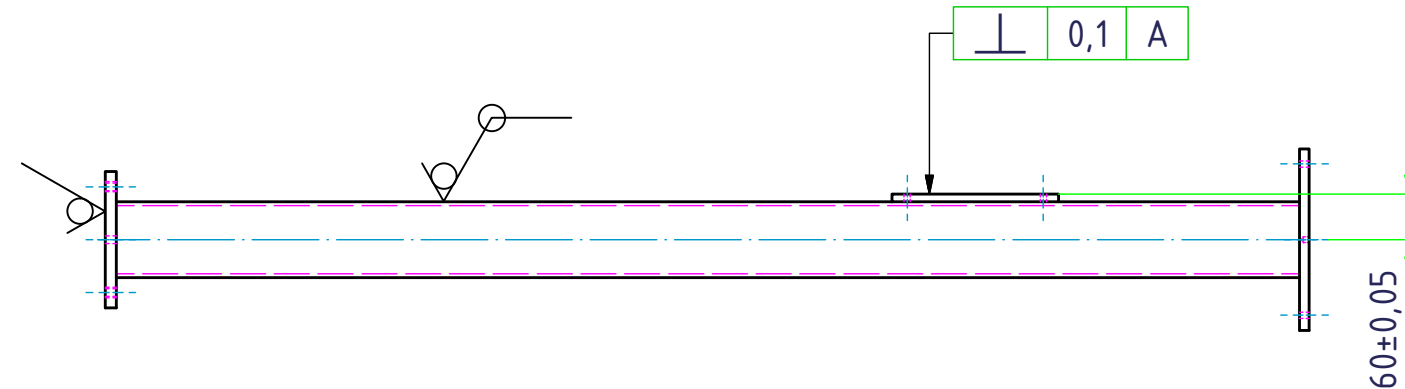
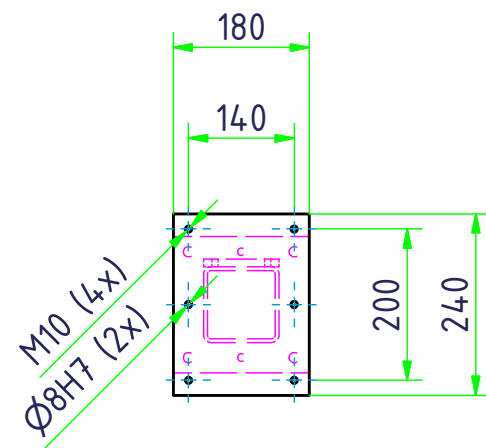
Anstrich: RAL 9002 grauweiß seidematt glatt

SPANNUNGSFREI GEGLUEHT NACH ATE N 550 41-02
stress annealed as per

ax5
Schweißmaßtoleranz: ± 1
Rz16 (✓)

5	1	Bl 240x200x13	-	S 235 JR
4	1	Bl 180x100x10	-	S 235 JR
3	1	Bl 180x180x15	-	S 235 JR
2	2	Bl 220x100x10	-	S 235 JR
1	1	Hohlprofil 100x100x5	DIN EN 10219-2	1565 mm
Pos.	Stk	Benennung	Sachnr./ Norm	Bemerkung

Für nicht tol. Maße gilt				Material: Standard		Oberfläche:	Format A3	Stückzahl:
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug:				
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: Säule Gestell		Maßstab 1 : 10	Blatt: von: 1 1	
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784		Zeichnungs-Nr.: MB07w2-51-07			<div>SLG Engineering Consulting Maschinenbau</div> <div>Ingenieurtechnik GmbH</div>	
gezeichnet		Datum 15.12.2010	Name Häckel	Dateiname: MB07w2-51-07.iam				
geprüft								



zulässige Positionstoleranz aller
Passbohrungen: $\pm 0,02$
zulässige Positionstoleranz aller
übrigen Bohrungen: $\pm 0,2$

Funktionsflächen frei !

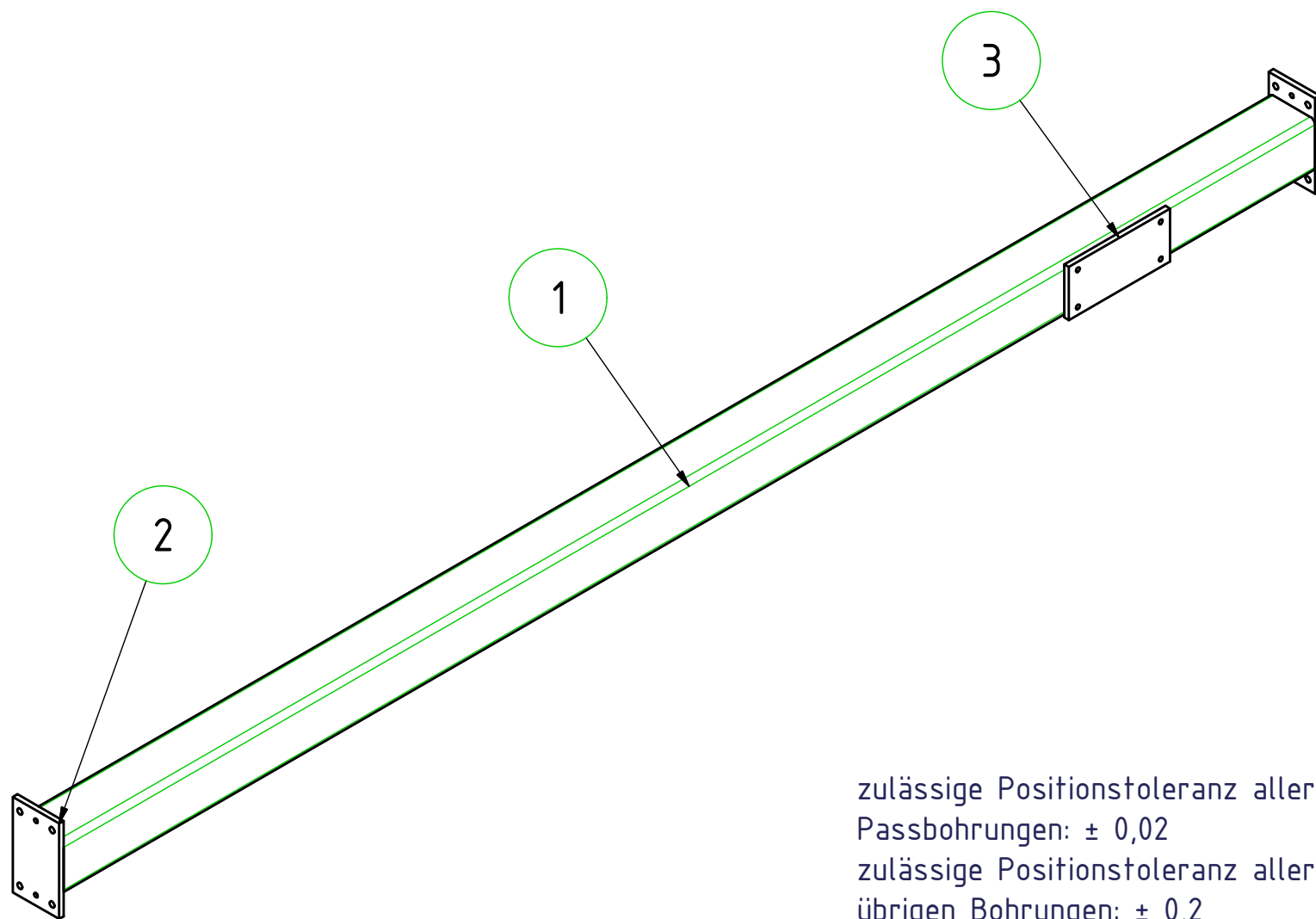
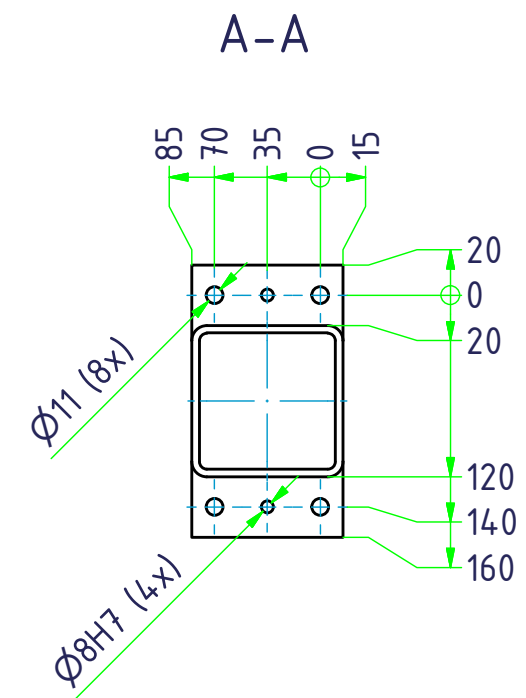
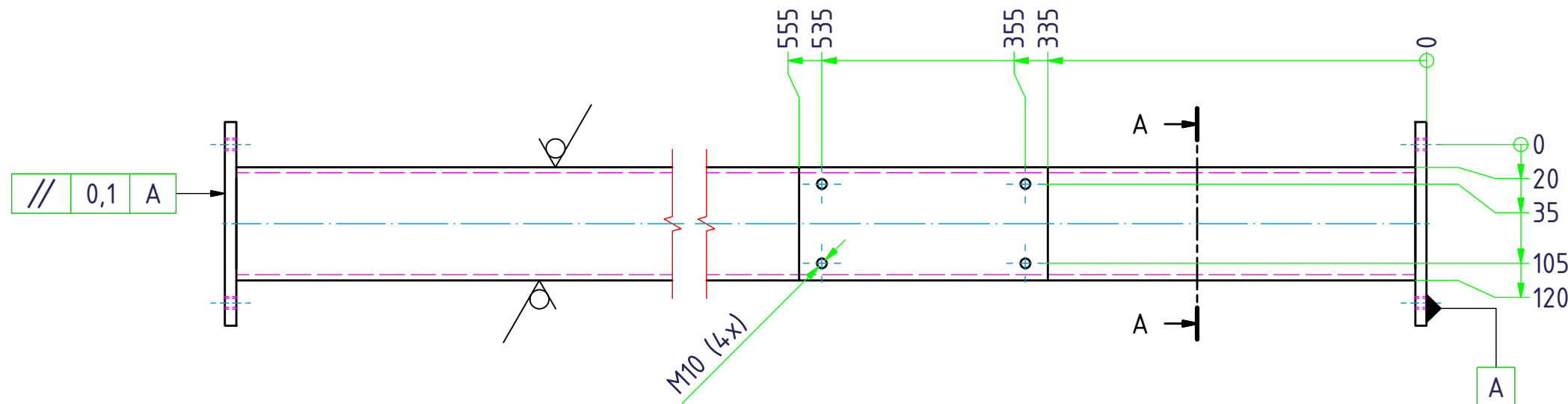
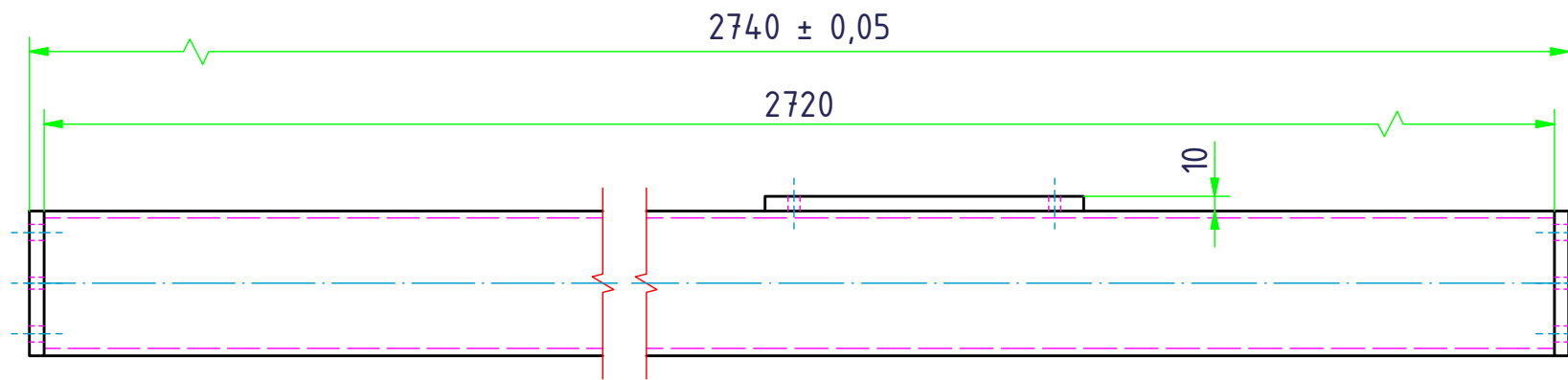
Anstrich: RAL 9002 grauweiß seidematt glatt

SPANNUNGSFREI GEGLUEHT NACH ATE N 550 41-02
stress annealed as per

ax5
Schweißmaßtoleranz: ± 1
Rz16

4	1	Bl 240x180x13	-	S 235 JR
3	1	Bl 180x180x15	-	S 235 JR
2	1	Bl 220x100x10	-	S 235 JR
1	1	Hohlprofil 100x100x5	DIN EN 10219-2	1565 mm
Pos.	Stk	Benennung	Sachnr./ Norm	Bemerkung

Für nicht tol. Maße gilt				Material: Standard		Oberfläche:	Format A3	Stückzahl:
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug:				
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: Säule Gestell		Maßstab 1 : 10	Blatt: von: 1 1	
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784		Zeichnungs-Nr.: MB07w2-51-08				
gezeichnet		Datum 15.12.2010		Name Häckel		<div>SLG Engineering Consulting Maschinenbau</div> <div>Ingenieurtechnik GmbH</div>		
geprüft								
				Dateiname: MB07w2-51-08.iam				



zulässige Positionstoleranz aller
Passbohrungen: $\pm 0,02$
zulässige Positionstoleranz aller
übrigen Bohrungen: $\pm 0,2$

Funktionsflächen frei !

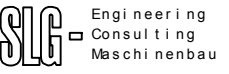
Anstrich: RAL 9002 grauweiß seidematt glatt

SPANNUNGSFREI GEGLUEHT NACH ATE N 550 41-02
stress annealed as per

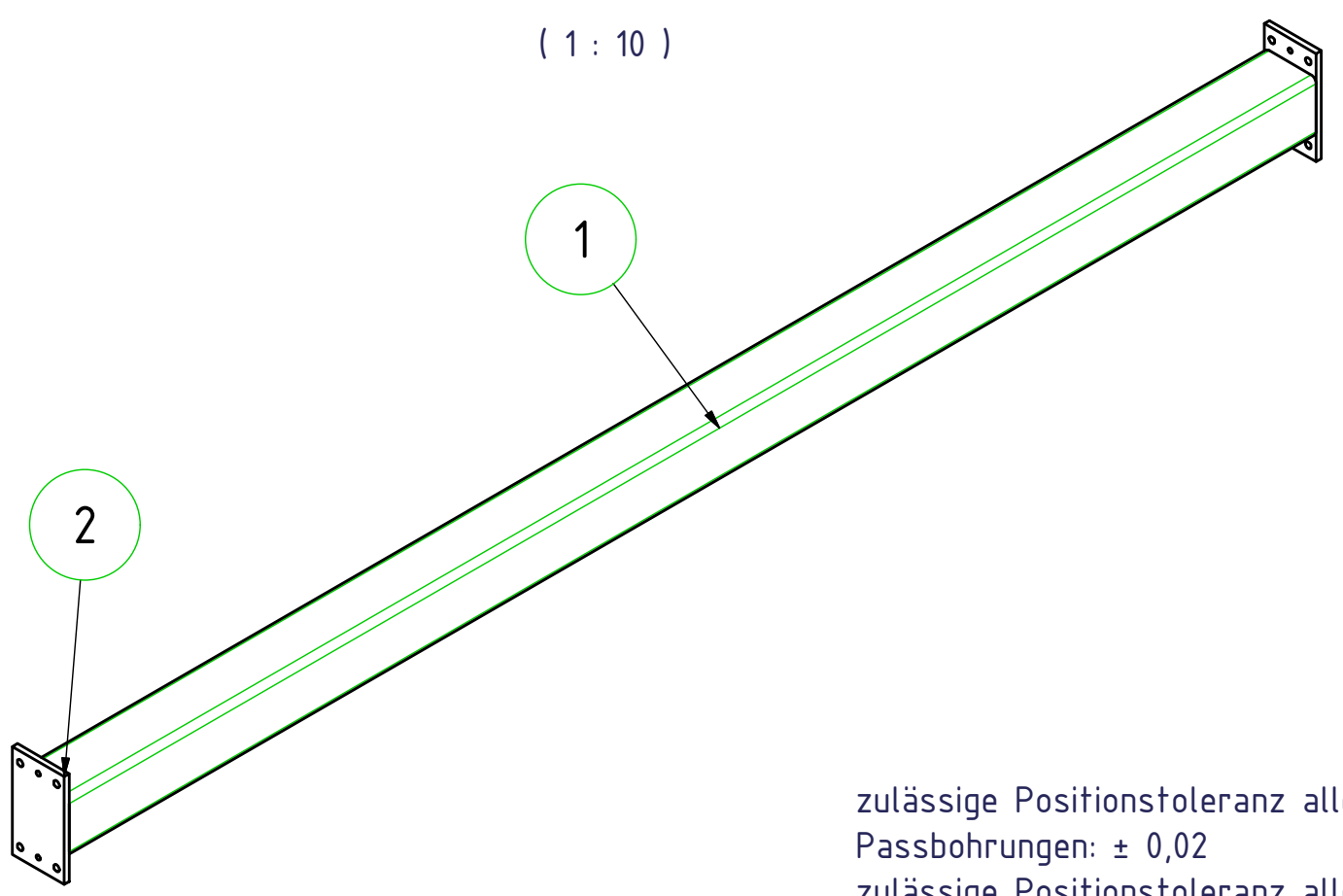
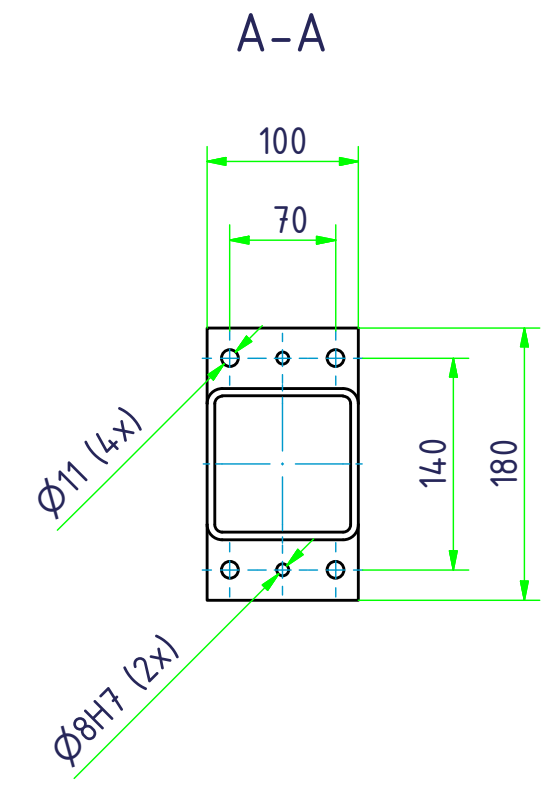
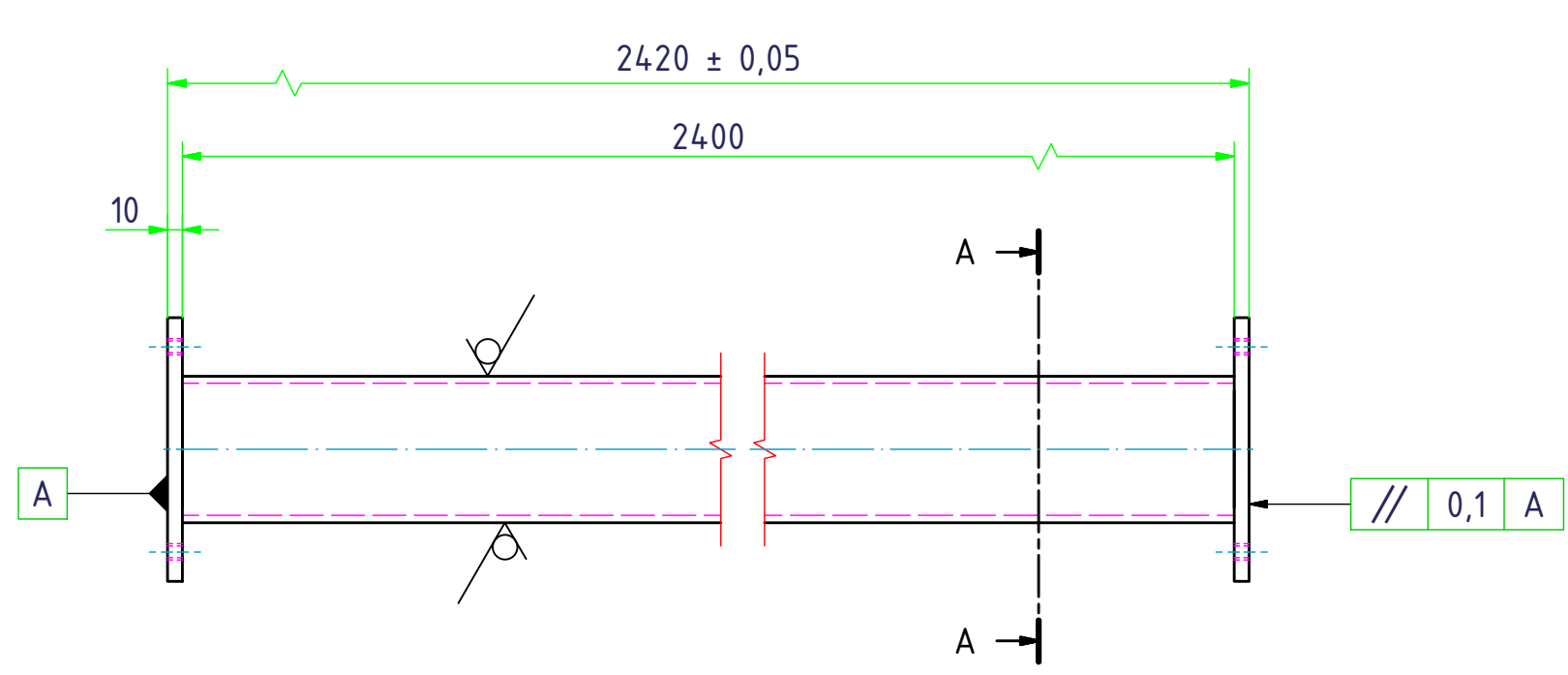
Schweißmaßtoleranz: ± 1

$\sqrt{Rz16}$ (✓)

3	1	Bl 220x100x10	-	S 235 JR
2	2	Bl 180x100x10	-	S 235 JR
1	1	Hohlprofil 100x100x5	Din EN 10219-2	2720 mm
Pos.	Stk	Benennung	Sachnr./ Norm	Bemerkung

Für nicht tol. Maße gilt				Material: Standard		Oberfläche:	Format A3	Stückzahl:
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug:				
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: Strebe x oben Gestell			Maßstab 1 : 5	Blatt: von: 1 1
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784		Zeichnungs-Nr.: MB07w2-51-09				
gezeichnet		Datum 15.12.2010	Name Häckel	Dateiname: MB07w2-51-09.iam				
geprüft								

6 5 4 3 2 1



zulässige Positionstoleranz aller
Passbohrungen: ± 0,02
zulässige Positionstoleranz aller
übrigen Bohrungen: ± 0,2

Funktionsflächen frei !

Anstrich: RAL 9002 grauweiß seidematt glatt
SPANNUNGSFREI GEGLUEHT NACH ATE N 550 41-02
stress annealed as per

ax5
Schweißmaßtoleranz: ± 1
Rz16

2	1	BL 180x100x10	-	S 235 JR
1	1	Hohlprofil 100x100x5	DIN EN 10219-2	2400 mm
Pos.	Stk	Benennung	Sachnr./ Norm	Bemerkung
Für nicht tol. Maße gilt		Material: Standard	Oberfläche:	Format
.....6	>630	>30120	>120	A3
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Stückzahl:
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784	Bezeichnung: Strebe y Gestell	Maßstab
gezeichnet	Datum 15.12.2010	Name Häckel	Zeichnungs-Nr.: MB07w2-51-10	Blatt: von: 1 1
geprüft			Dateiname: MB07w2-51-10.iam	SLG Engineering Consulting Maschinenbau Ingenieurtechnik GmbH

4

3

2

1

E

E

D

D

C

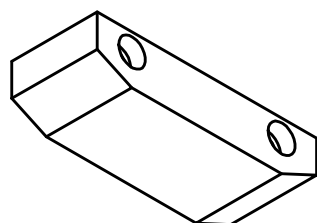
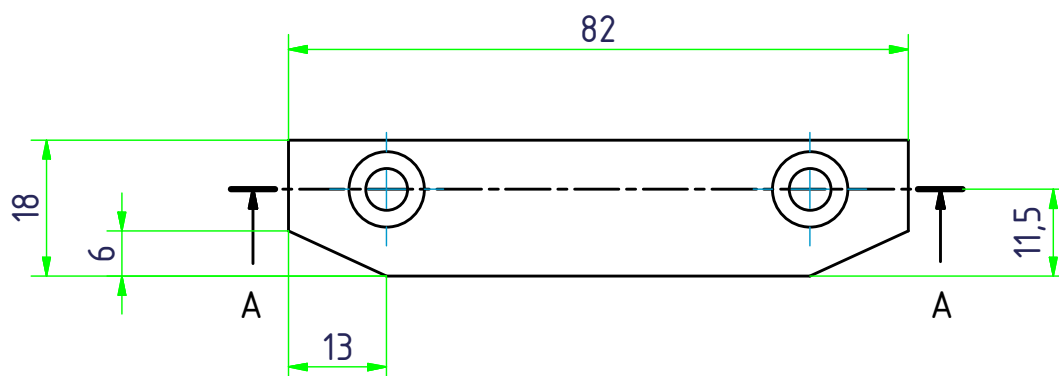
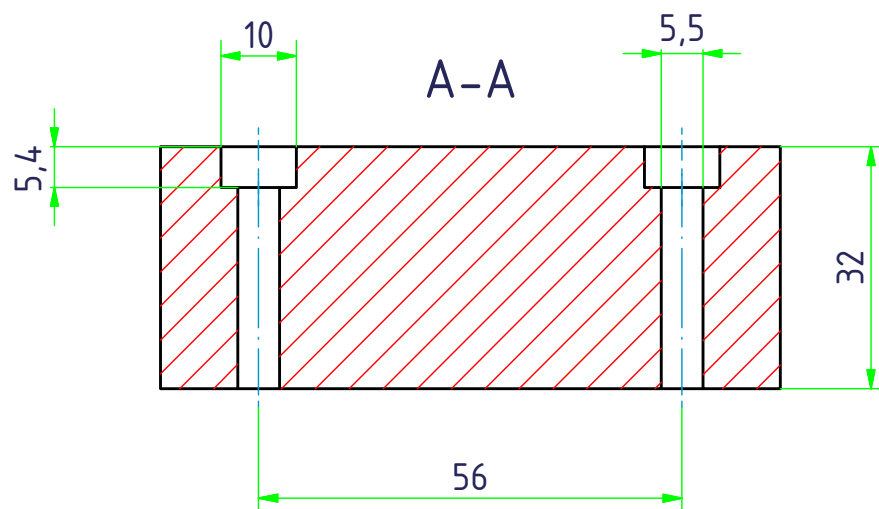
C

B

B

A

A



Für nicht tol. Maße gilt				Material: S 235 JR		Oberfläche:	Format	Stückzahl:	
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug:			A4		
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: Schaltnocke Gestell			Maßstab	Blatt:	von:
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784		Zeichnungs-Nr.: MB07w2-51-11			1 : 1	1	1
Datum		Name		Dateiname: MB07w2-51-11.ipt			<div>SLG - Engineering Consulting Maschinenbau Ingenieurtechnik GmbH</div>		
gezeichnet		Häckel							
geprüft									

4

3

2

1

4

3

2

1

E

E

D

D

C

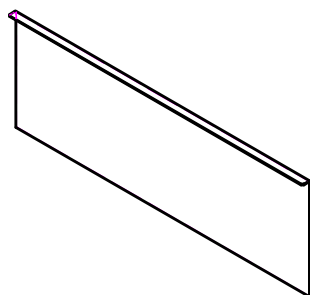
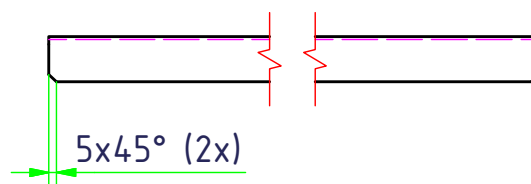
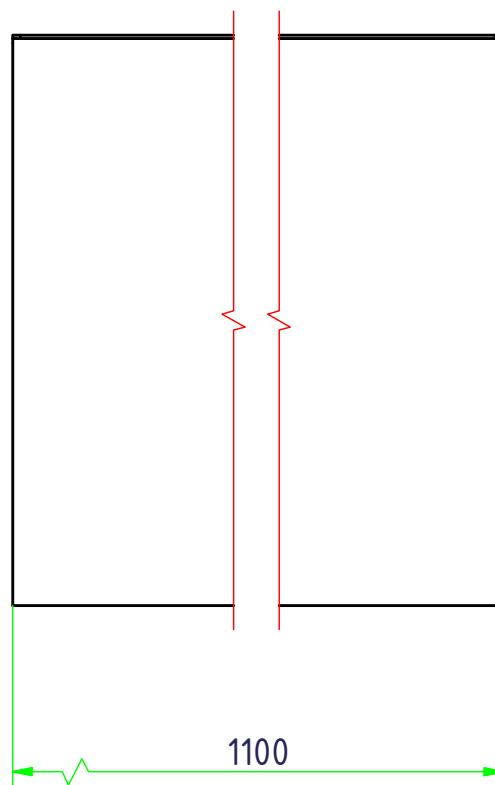
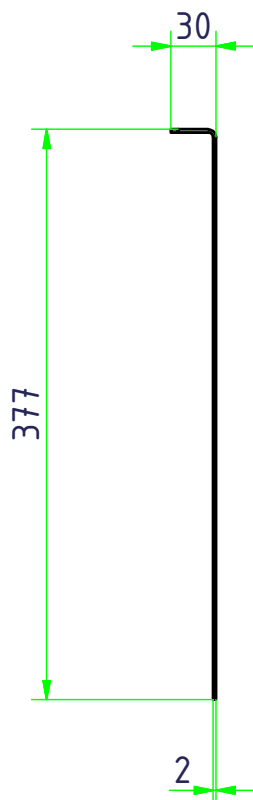
C

B

B

A

A



✓ Rz63 (✓)

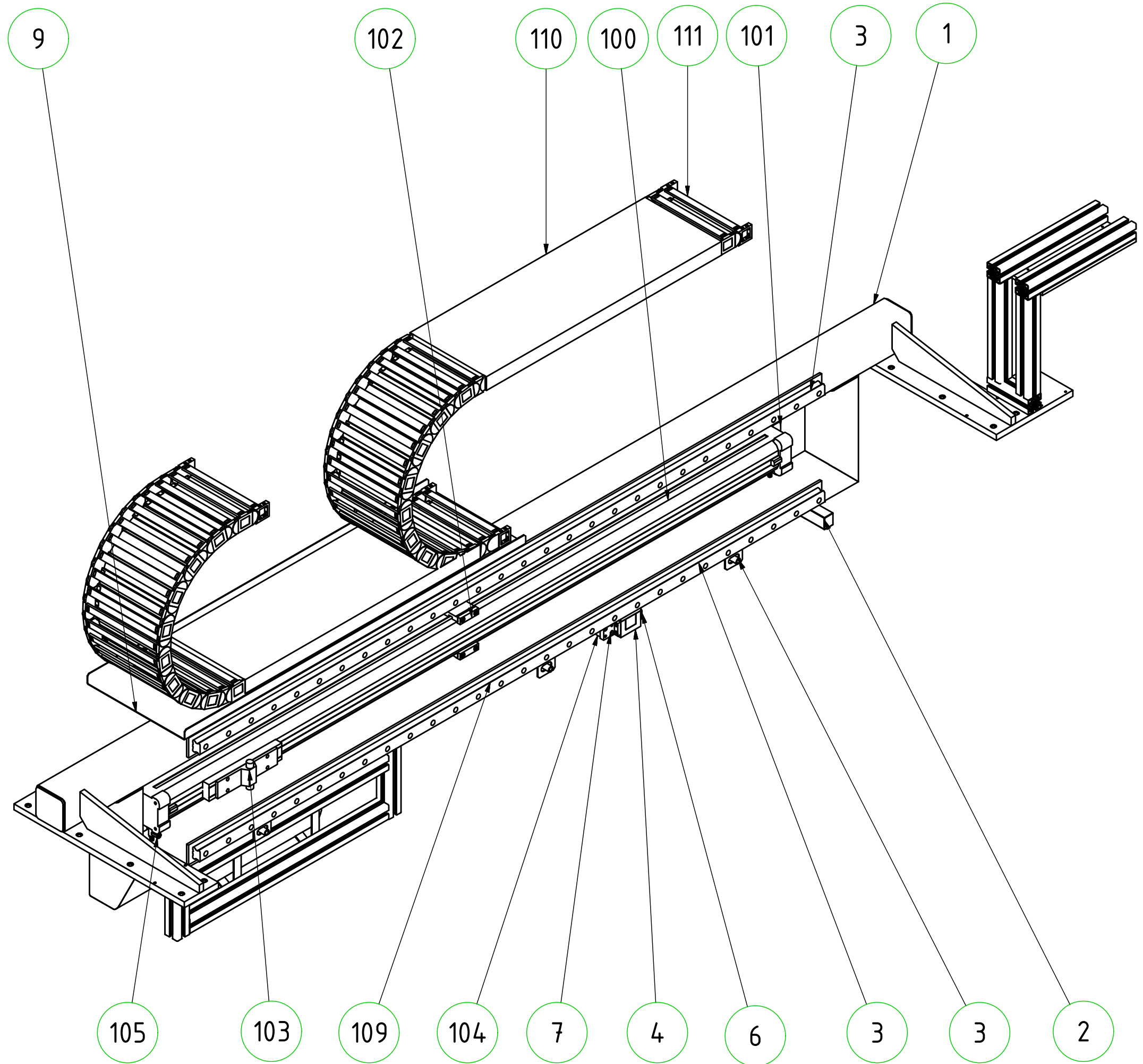
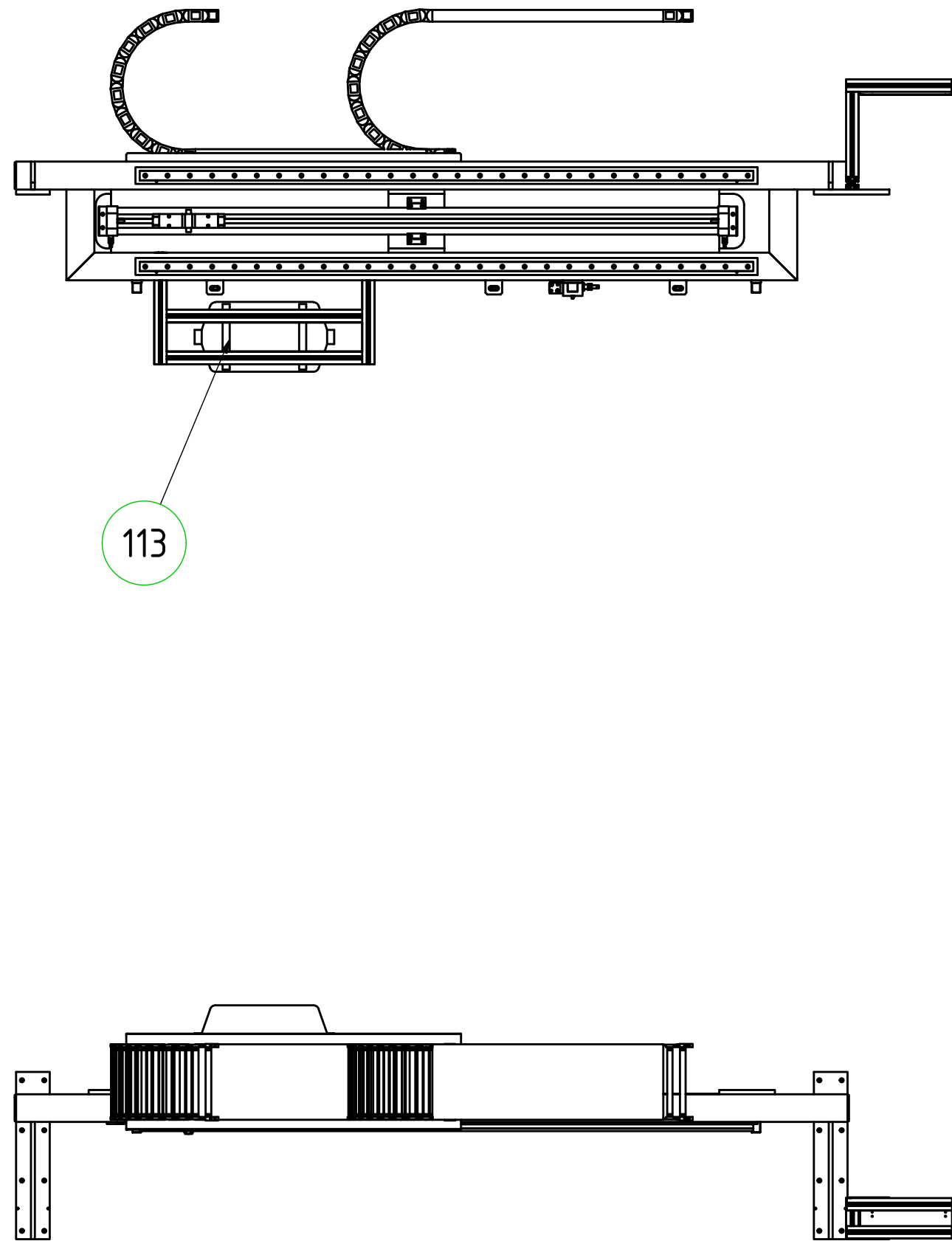
Für nicht tol. Maße gilt				Material: 1.4301-X5CrNi18.10		Oberfläche:	Format	Stückzahl:	
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug:			A4		
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: Ablage E-Kette Gestell				Maßstab	Blatt: von:
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784		Zeichnungs-Nr.: MB07w2-51-12				1 : 5	1 1
Datum		Name		Dateiname: MB07w2-51-12.ipt				<div>SLG - Engineering Consulting Maschinenbau</div> <div>Ingenieurtechnik GmbH</div>	
gezeichnet		Häckel							
geprüft									

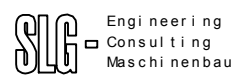

4

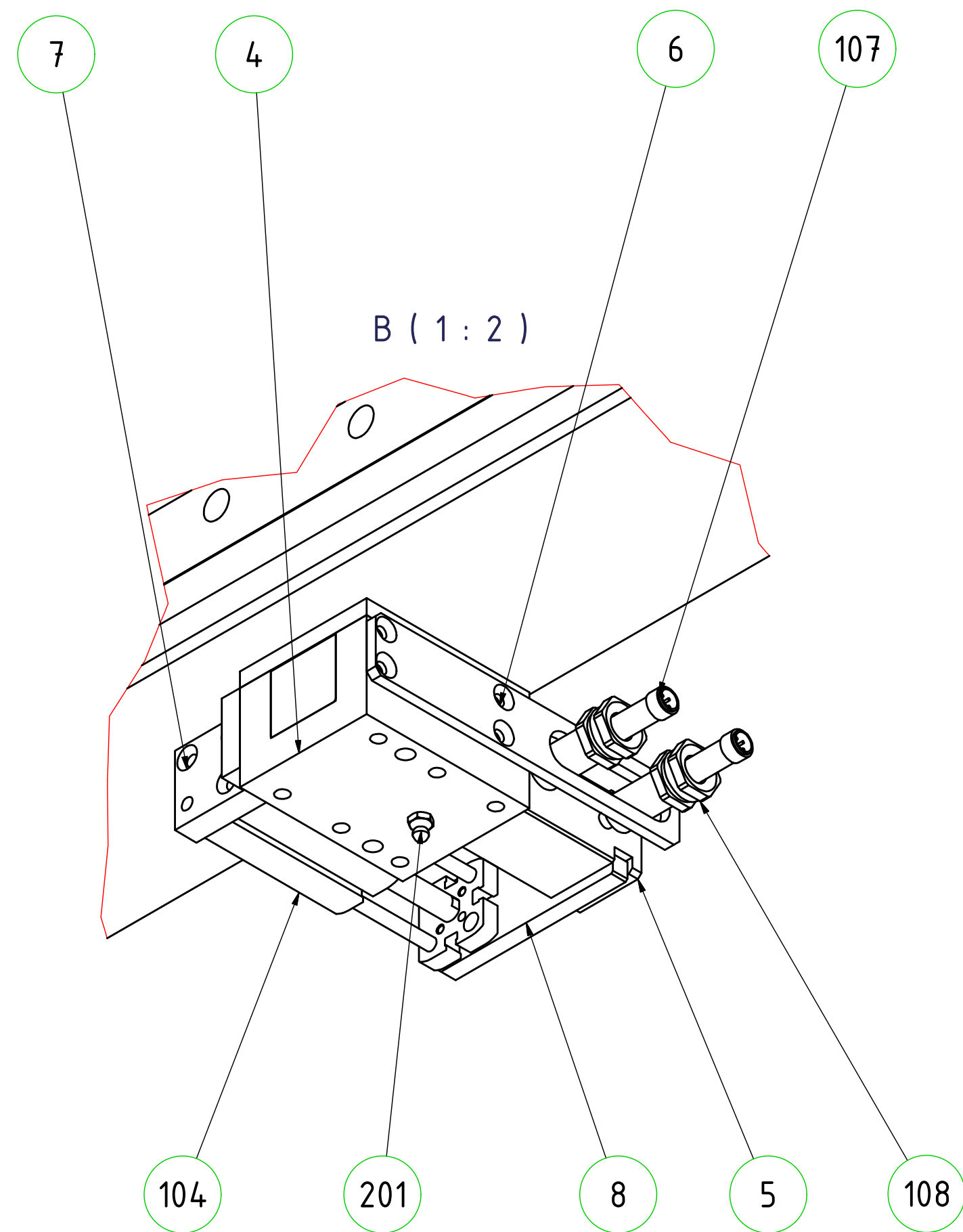
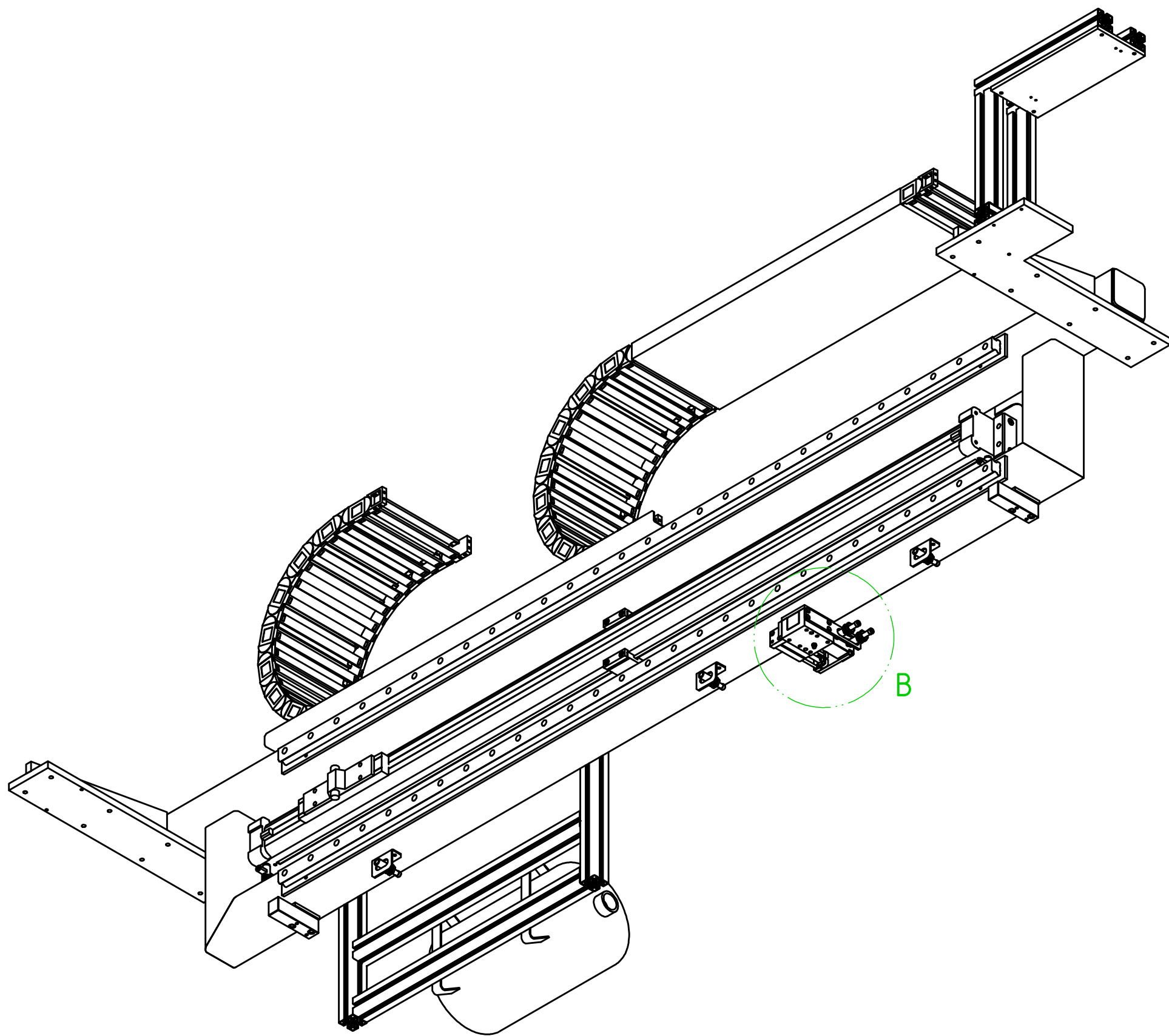
3


2

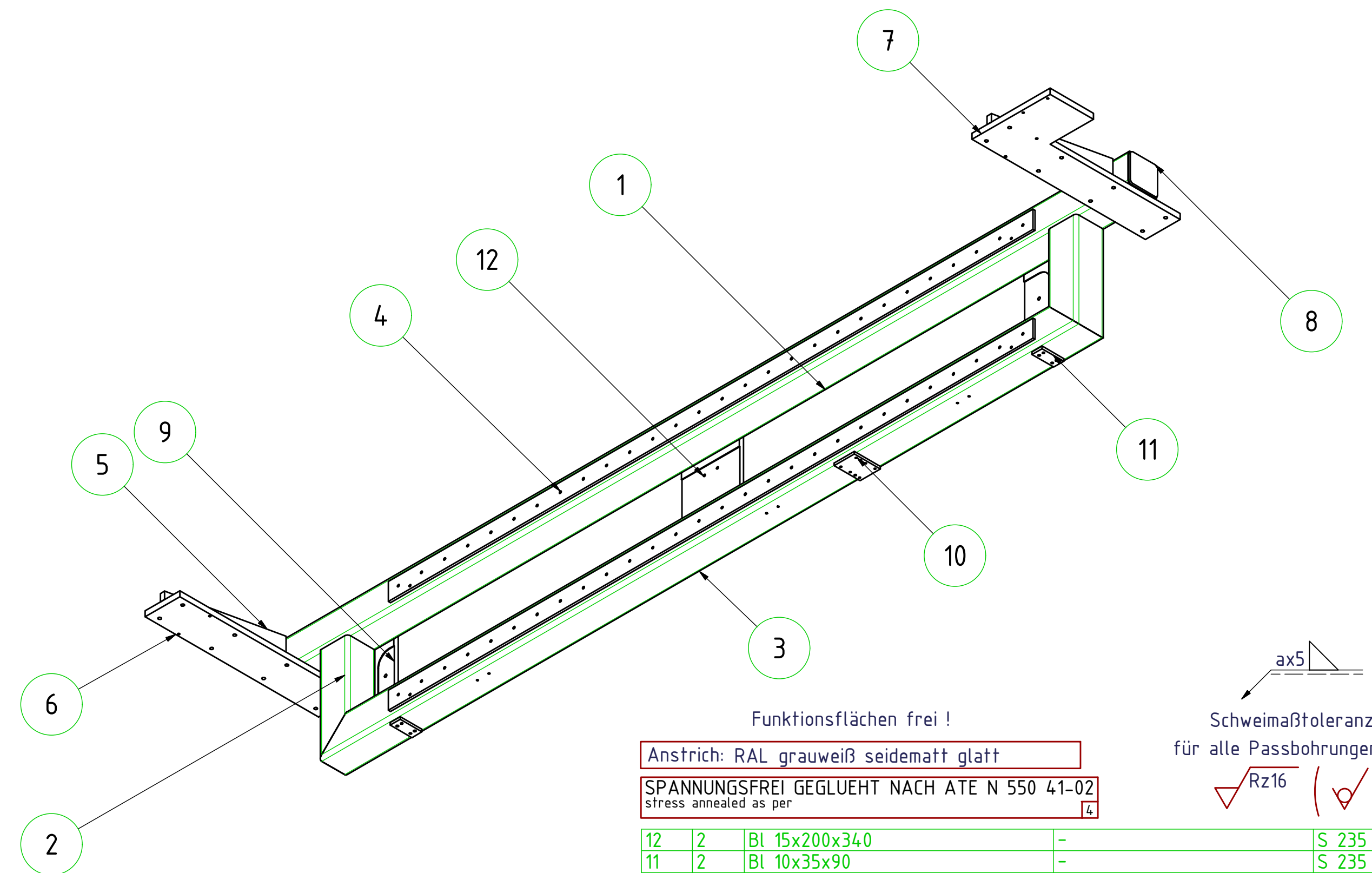
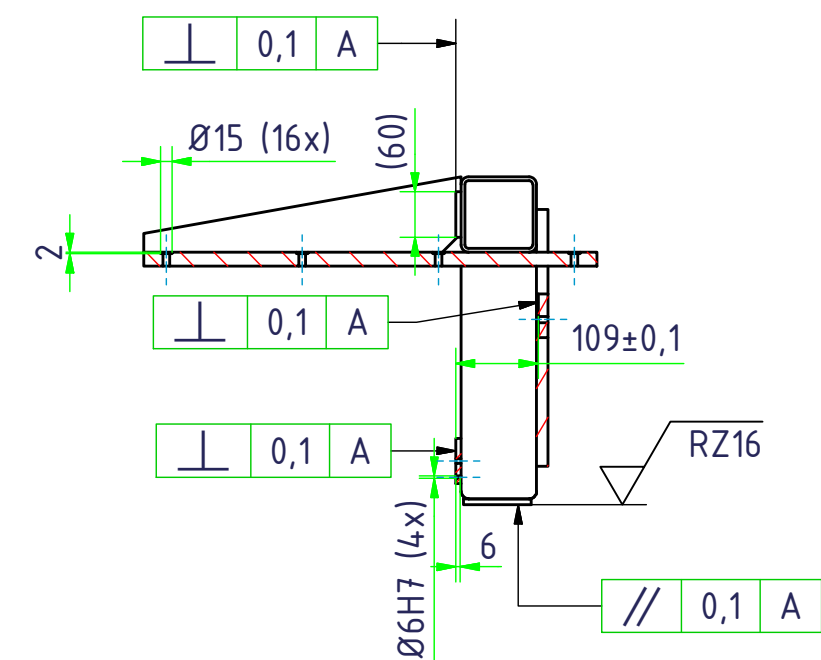
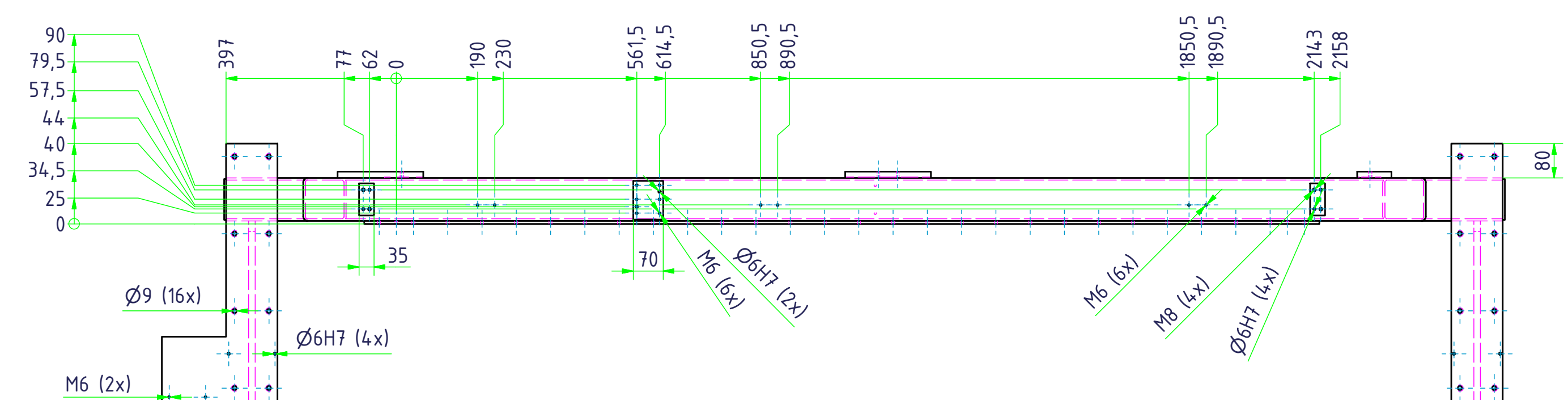
1



Für nicht tol. Maße gilt				Material:	Oberfläche: -	Format A2	Stückzahl: -	
				Halbzeug: -				
.....6	>630	>30120	>120	Bezeichnung: Traverse Beladehandling			Maßstab 1 : 20	Blatt: von: 1 2
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Zeichnungs-Nr.: MB07w2-52-00				
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784 						
gezeichnet	Datum 15.12.2010	Name Häkel		Dateiname: MB07w2-52-00.iam				
geprüft								



Für nicht tol. Maße gilt				Material:		Oberfläche:	Format A2	Stückzahl:		
				Halbzeug:						
.....6		>630	>30120	>120	Bezeichnung: Traverse Beladehandling		Maßstab 1 : 10	Blatt: von: 2 2		
± 0,1		± 0,2	± 0,3	± 0,5	Zeichnungs-Nr.: MB07w2-52-00					
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784		Dateiname: MB07w2-52-00.iam						
gezeichnet		Datum 15.12.2010							Name Häckel	
geprüft										



zulässige Positionstoleranz aller
Passbohrungen: $\pm 0,02$
zulässige Positionstoleranz
der übrigen Bohrungen: $\pm 0,2$

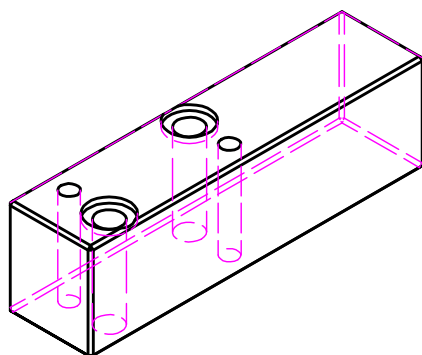
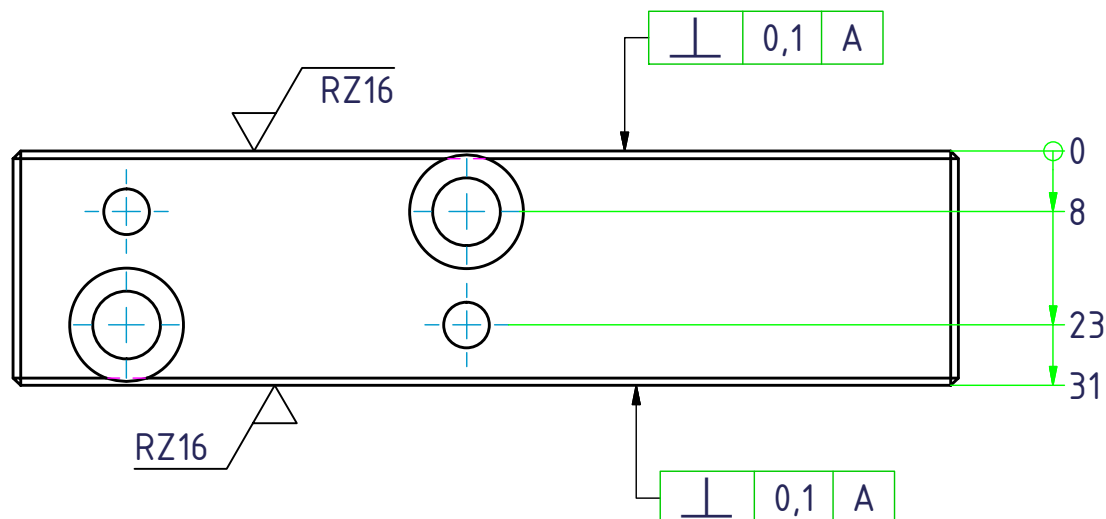
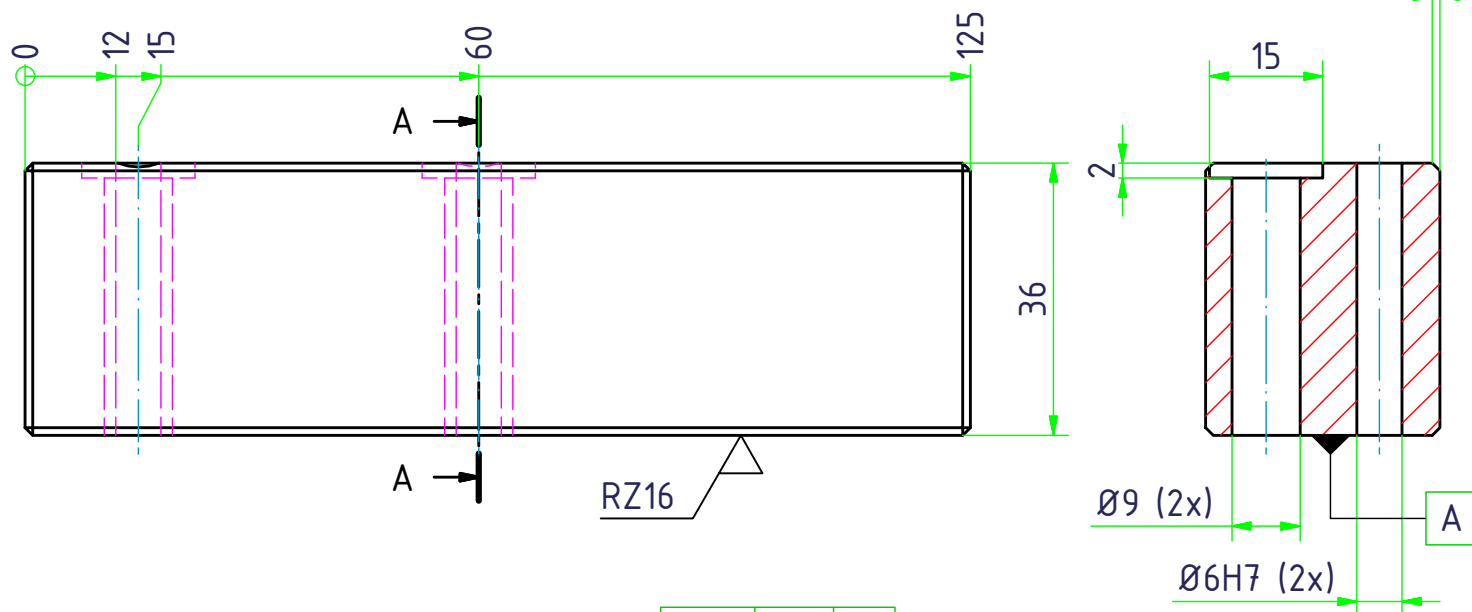
4

3

2

1



A-A



Plasmanitriert: 650+50 HV10
Härtetiefe: min. 0,3mm

zulässige Positionstoleranz
aller Passbohrungen: $\pm 0,02$
zulässige Positionstoleranz
der übrigen Bohrungen: $\pm 0,2$

✓ Rz63 (✓)

Für nicht tol. Maße gilt				Material: 1.7131 – 16MNCr5		Oberfläche:	Format	Stückzahl:	
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug:			A4		
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: Festanschlag x-Achse Traverse			Maßstab	Blatt: von:	
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten  DIN 6784					1 : 1	1	1
		Datum	Name	Zeichnungs-Nr.: MB07w2-52-02					
gezeichnet	15.12.2010	Häckel							
geprüft				Dateiname: MB07w2-52-02.ipt					

4

3

2

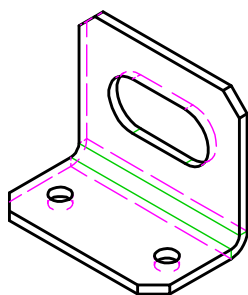
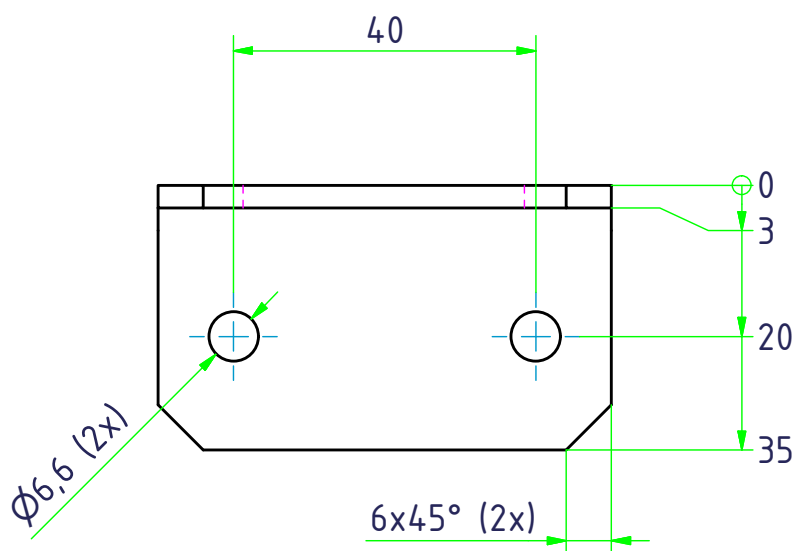
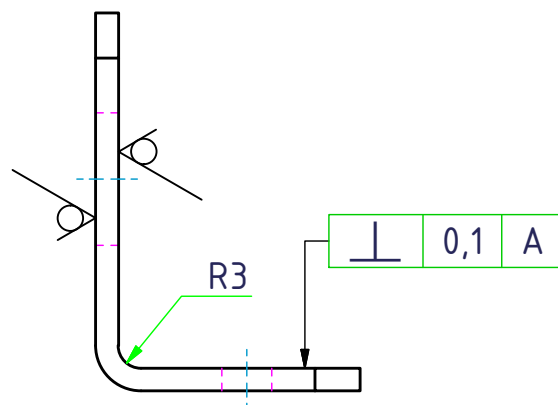
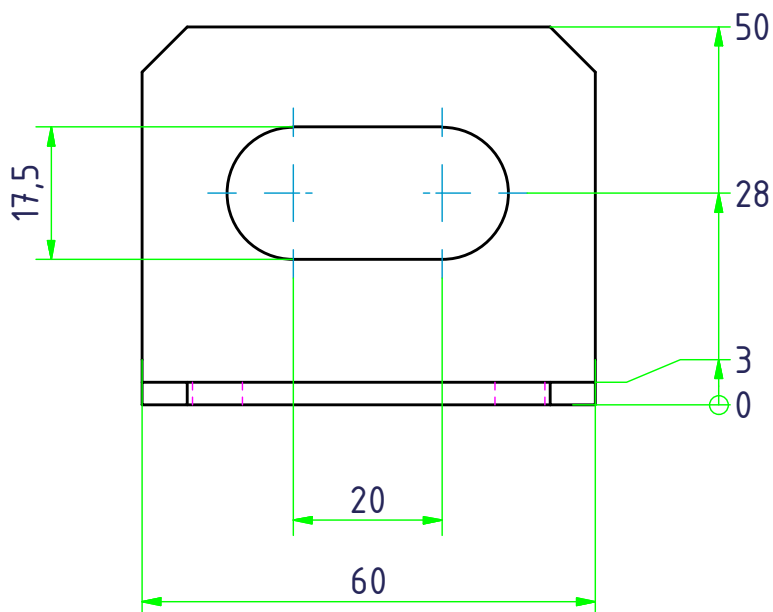
1

4

3

2

1



gestreckte Länge 80 mm



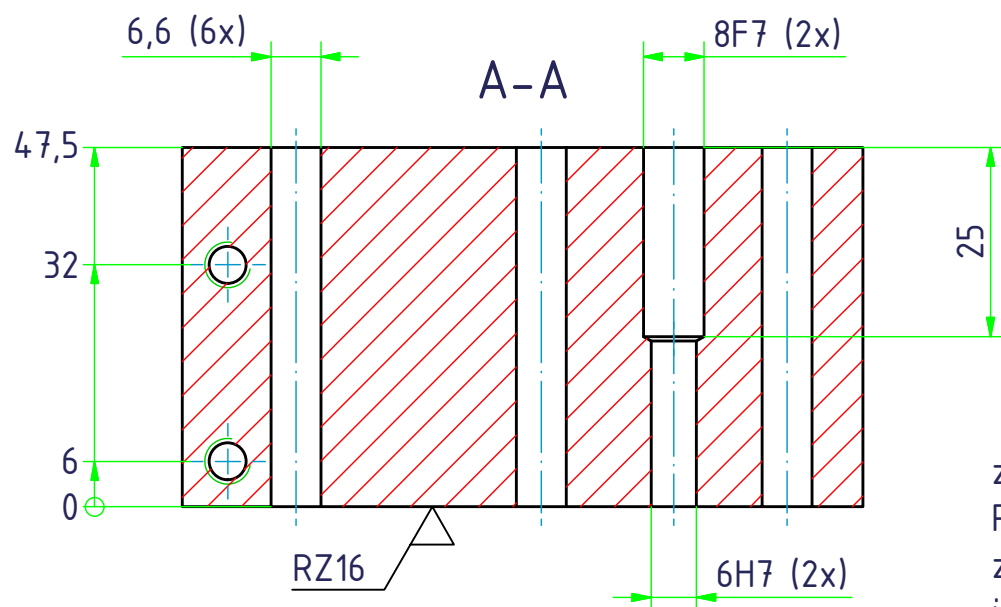
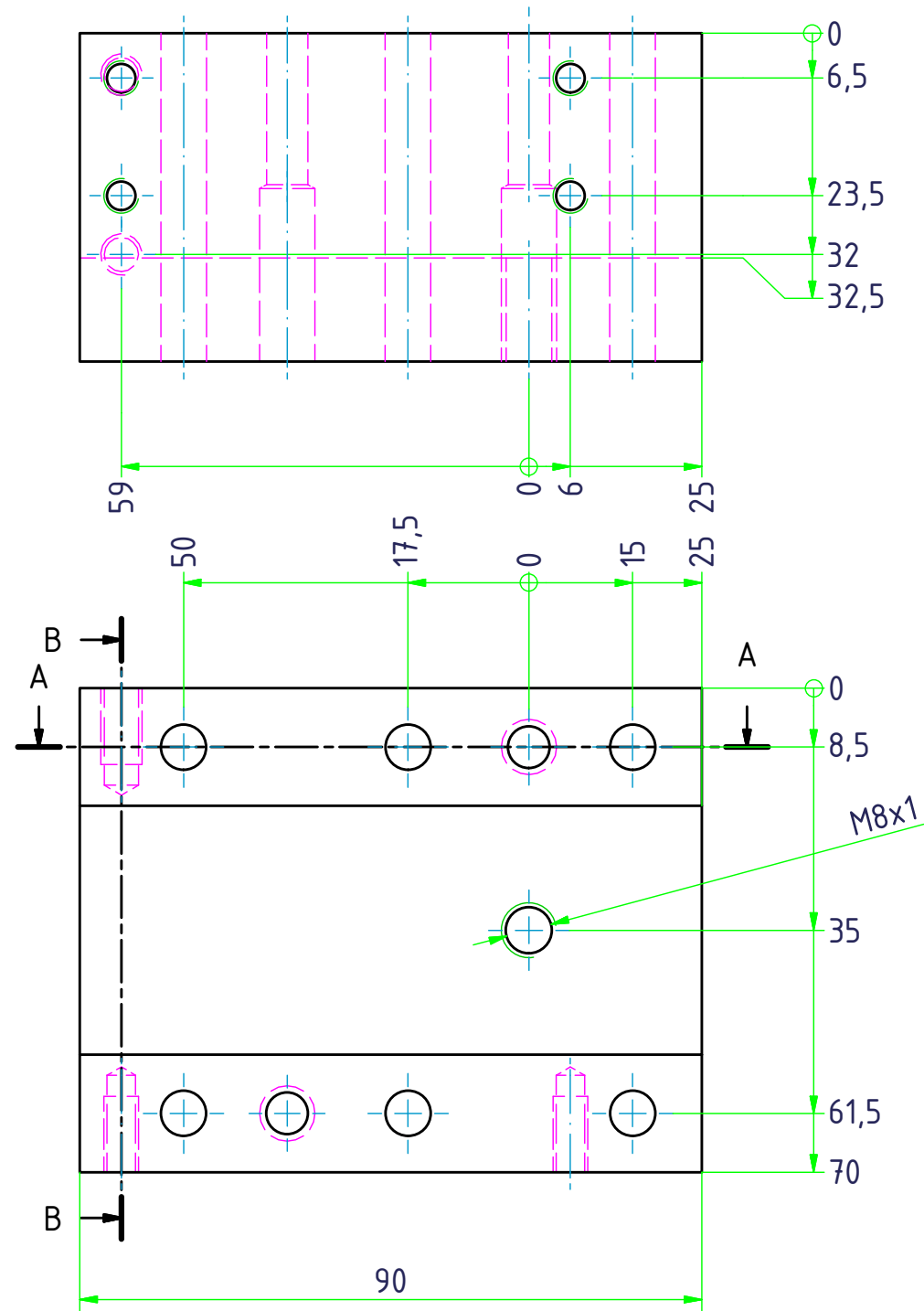
Für nicht tol. Maße gilt				Material: Standard 1.4301 – X5CrNi18.10	Oberfläche:	Format	Stückzahl:
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug: Bl 80x60x3		A4	
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: Sensorhalter x-Achse Traverse		Maßstab	Blatt: von:
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784				1 : 1	1 1
		Datum	Name	Zeichnungs-Nr.: MB07w2-52-03		<div>SLG - Engineering Consulting Maschinenbau Ingenieurtechnik GmbH</div>	
gezeichnet	15.12.2010	Häckel		Dateiname: MB07w2-52-03.ipt			
geprüft							

4

3

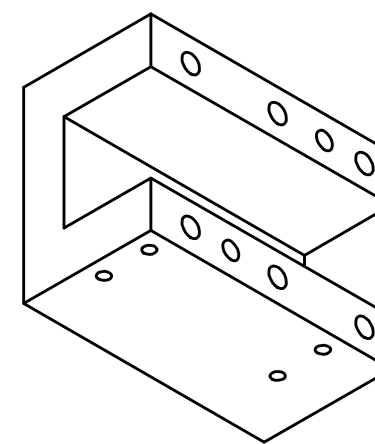
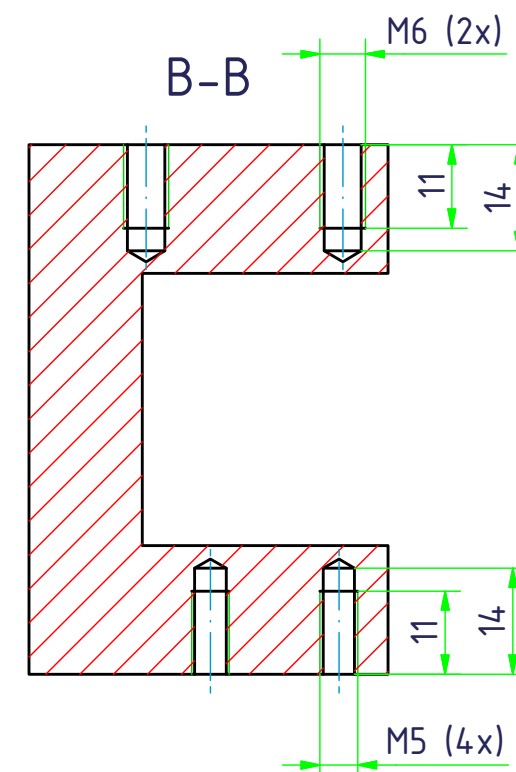
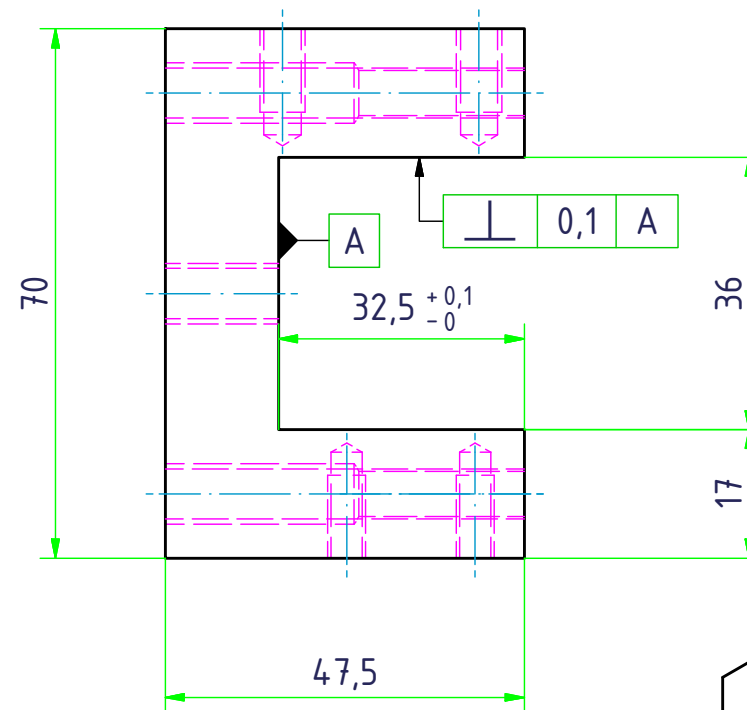
2

1



Plasmanitriert: 650+50 HV10
Härtetiefe: min. 0,3mm

zulässige Positionstoleranz aller
Passbohrungen: $\pm 0,02$
zulässige Positionstoleranz aller
übrigen Bohrungen: $\pm 0,2$

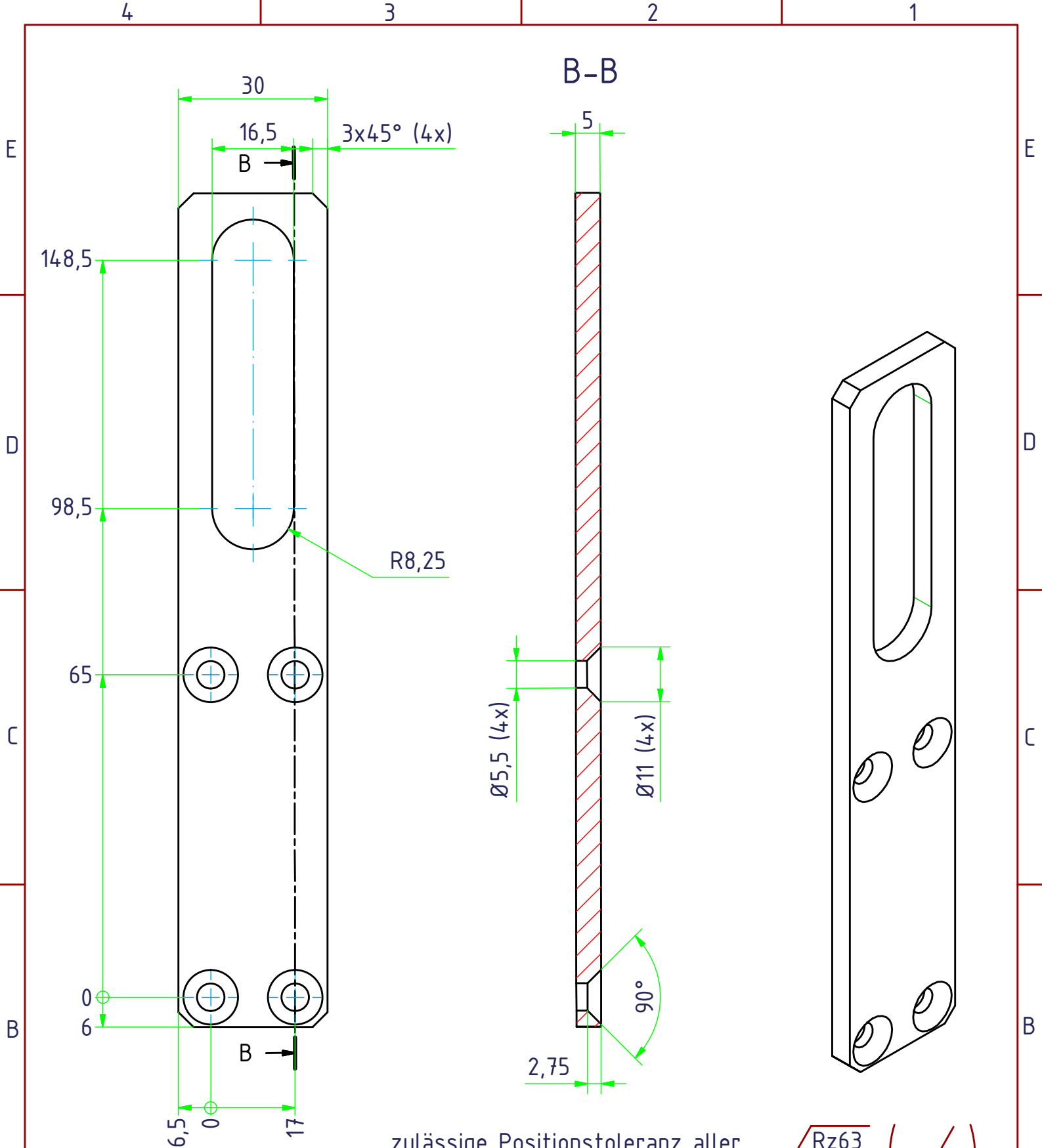


(1 : 2)

Für alle Passbohrungen RZ16



Rz63 (Rz16)

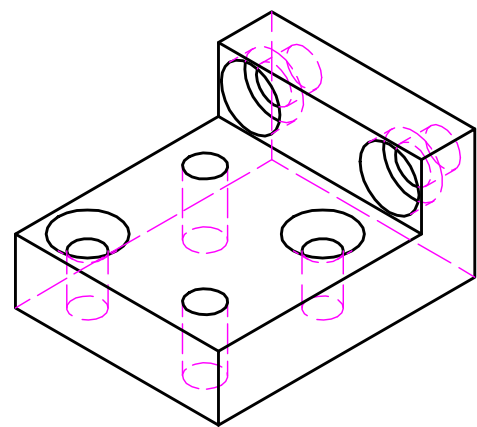
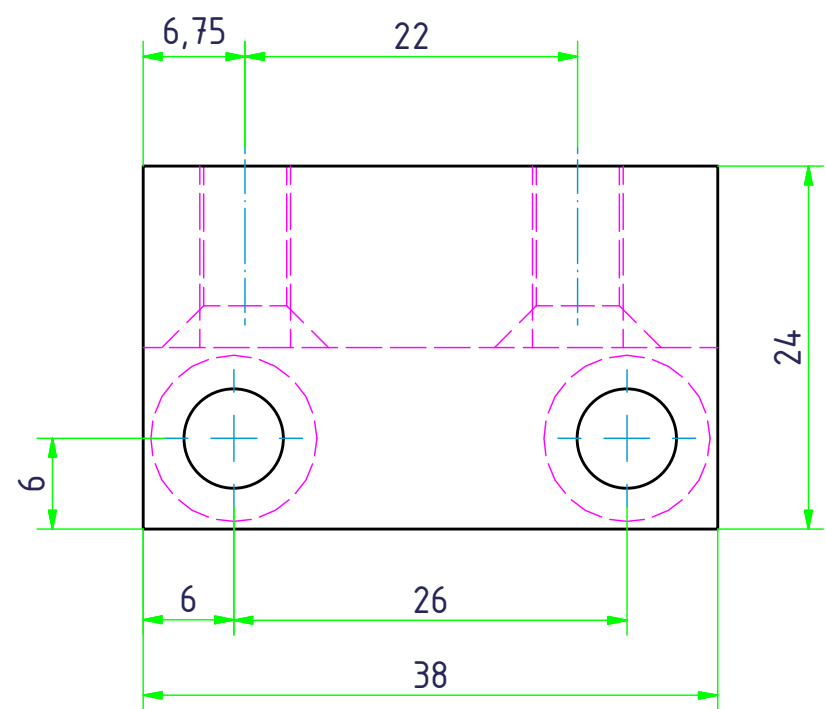
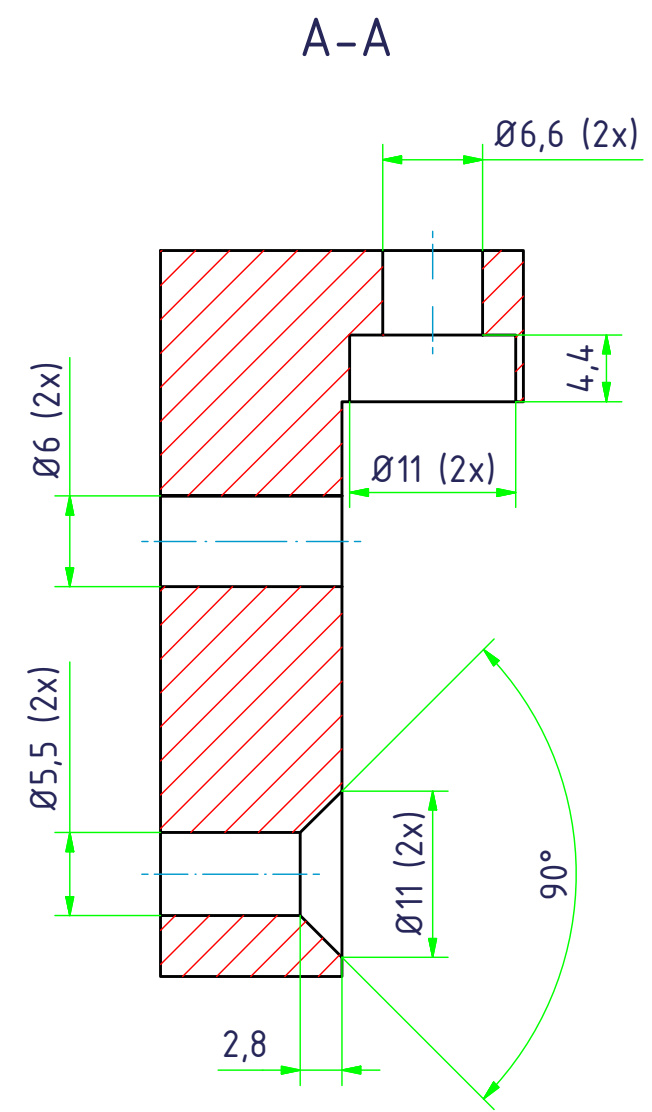
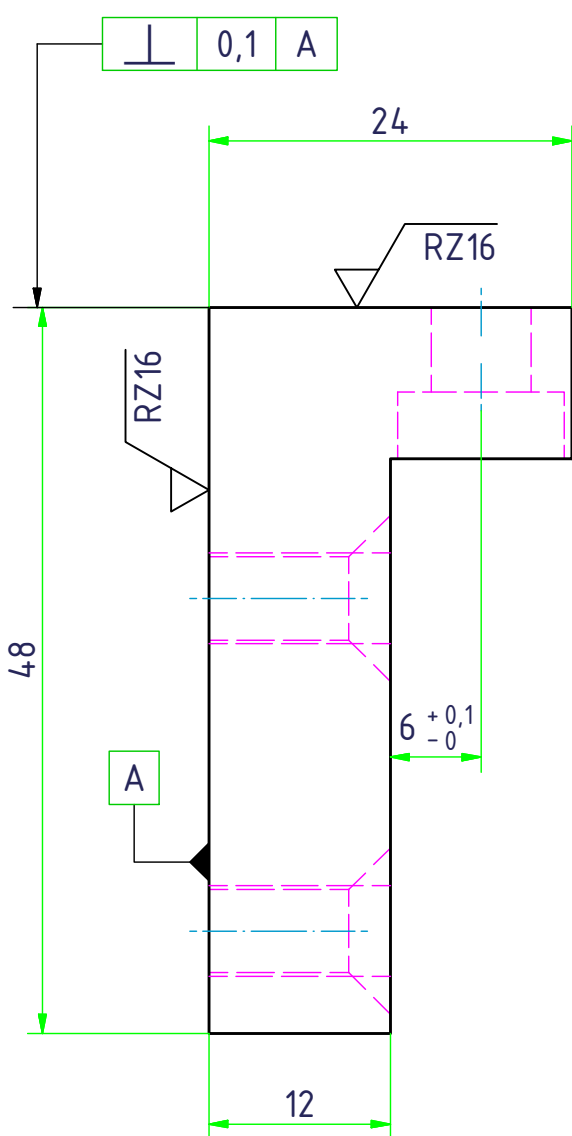
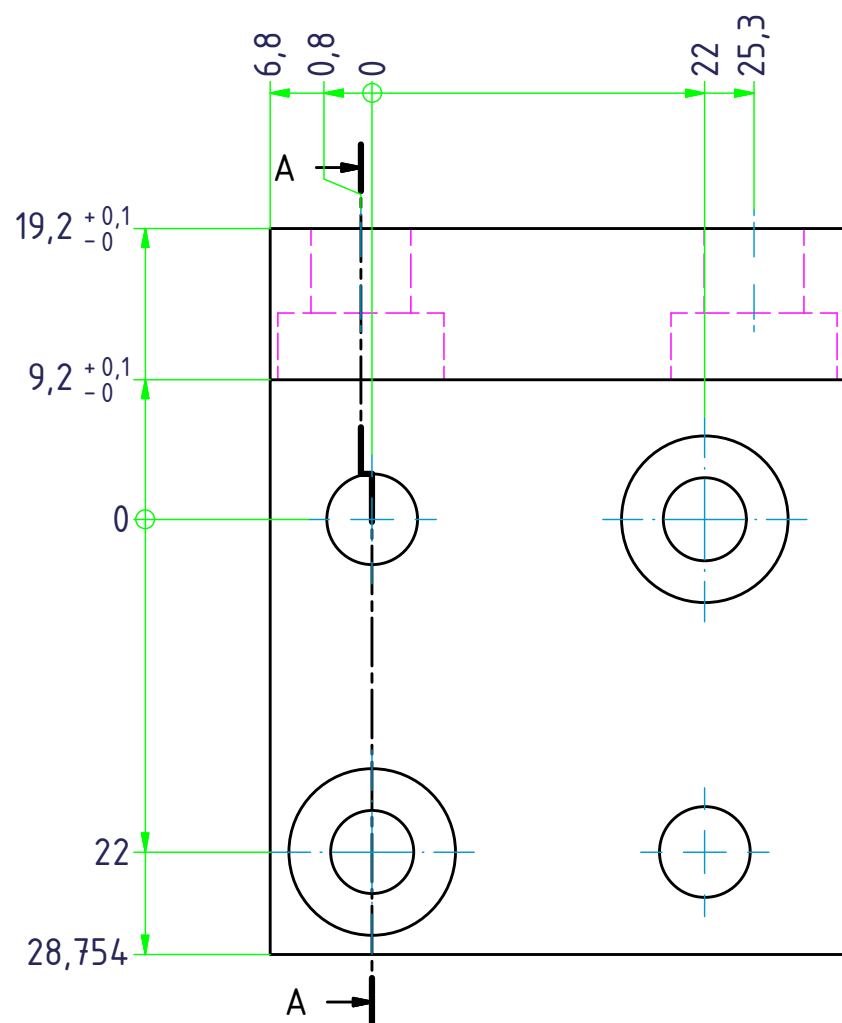
Für nicht tol. Maße gilt				Material:	Stahl 1.7131 - 16MnCr5	Oberfläche:	Format	Stückzahl:
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug:	Fl 100x50x73		A3	
$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	Bezeichnung:	Anschlagführung x-Achse Traverse			Maßstab
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784		Zeichnungs-Nr.: MB07w2-52-04			1 : 1	Blatt: von:
							1	1
gezeichnet	Datum 15.12.2010	Name Häckel		Dateiname: MB07w2-52-04.ipt			SLG Engineering Consulting Maschinenbau	
geprüft							Ingenieurtechnik GmbH	



zulässige Positionstoleranz aller
Passbohrungen zueinander: ±0,02

✓ Rz63 (✓)

Für nicht tol. Maße gilt				Material: 1.0037 – S 235 JR		Oberfläche:	Format	Stückzahl:	
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug: Fl 5x30x168			A4		
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: Montageblech Ini x-Achse Traverse			Maßstab	Blatt: von:	
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten  DIN 6784					1 : 1	1	1
				Zeichnungs-Nr.: MB07w2-52-06					
Datum		Name							
gezeichnet	15.12.2010	Häckel							
geprüft				Dateiname: MB07w2-52-06.ipt					

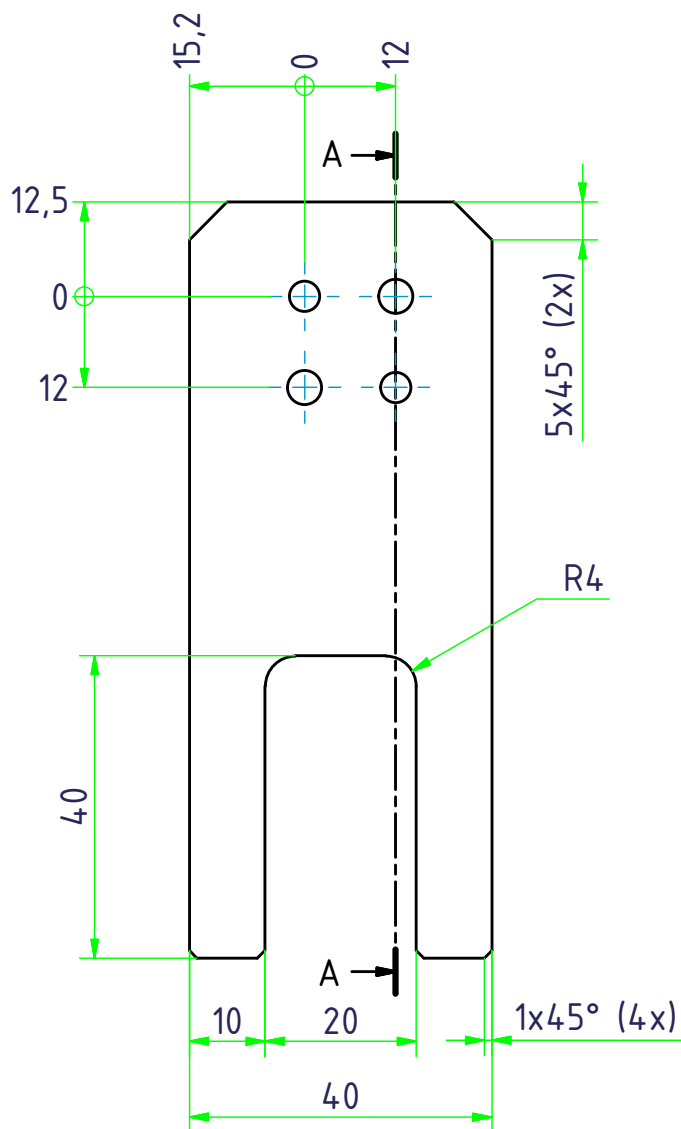


zulässige Positionstoleranz aller
Passbohrungen: $\pm 0,02$
zulässige Positionstoleranz aller
übrigen Bohrungen: $\pm 0,2$

für alle Passbohrungen RZ16

✓ Rz63 (✓ Rz16)

Für nicht tol. Maße gilt				Material: 1.0037 – S 235 JR		Oberfläche:	Format A3	Stückzahl:		
.....6 >630 >30120 >120				Halbzeug: Fl 40x30x51						
± 0,1		± 0,2		± 0,3		± 0,5		Bezeichnung: Zylinderbefestigung x-Achse Traverse	Maßstab 2 : 1	Blatt: von: 1 1
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784								
		Datum		Name		Zeichnungs-Nr.: MB07w2-52-07		<div>SLG-Engineering Consulting Maschinenbau</div> <div>Ingenieurtechnik GmbH</div>		
gezeichnet		15.12.2010		Häckel						
geprüft						Dateiname: MB07w2-52-07.ipt				



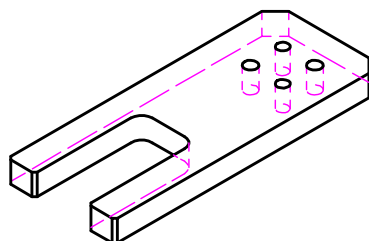
A-A

4F7 (2x)

4,5 (2x)

100

8

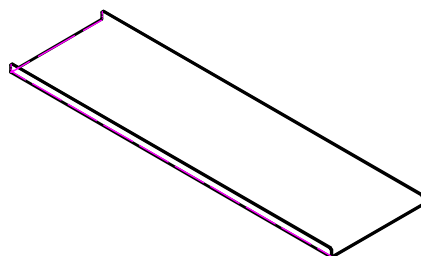
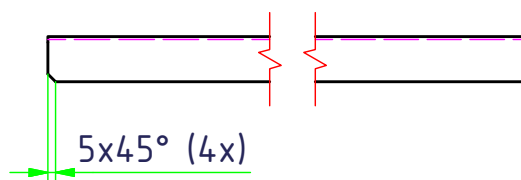
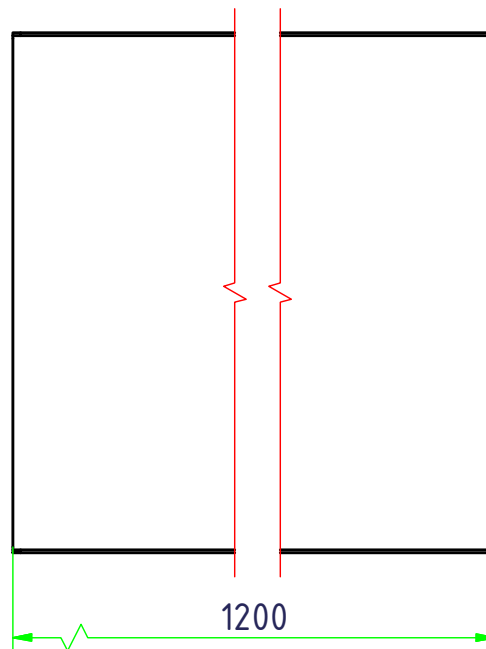
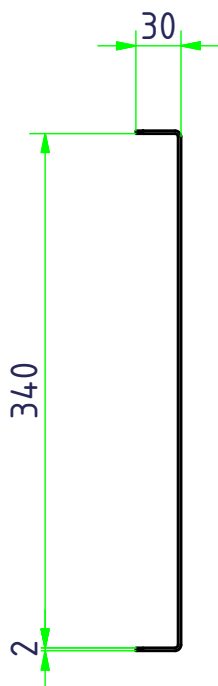


Plasmanitriert: 650+50 HV10
Härtetiefe: min. 0,3mm



zulässige Positionstoleranz aller
Passbohrungen: $\pm 0,02$
zulässige Positionstoleranz der
übrigen Bohrungen: $\pm 0,2$

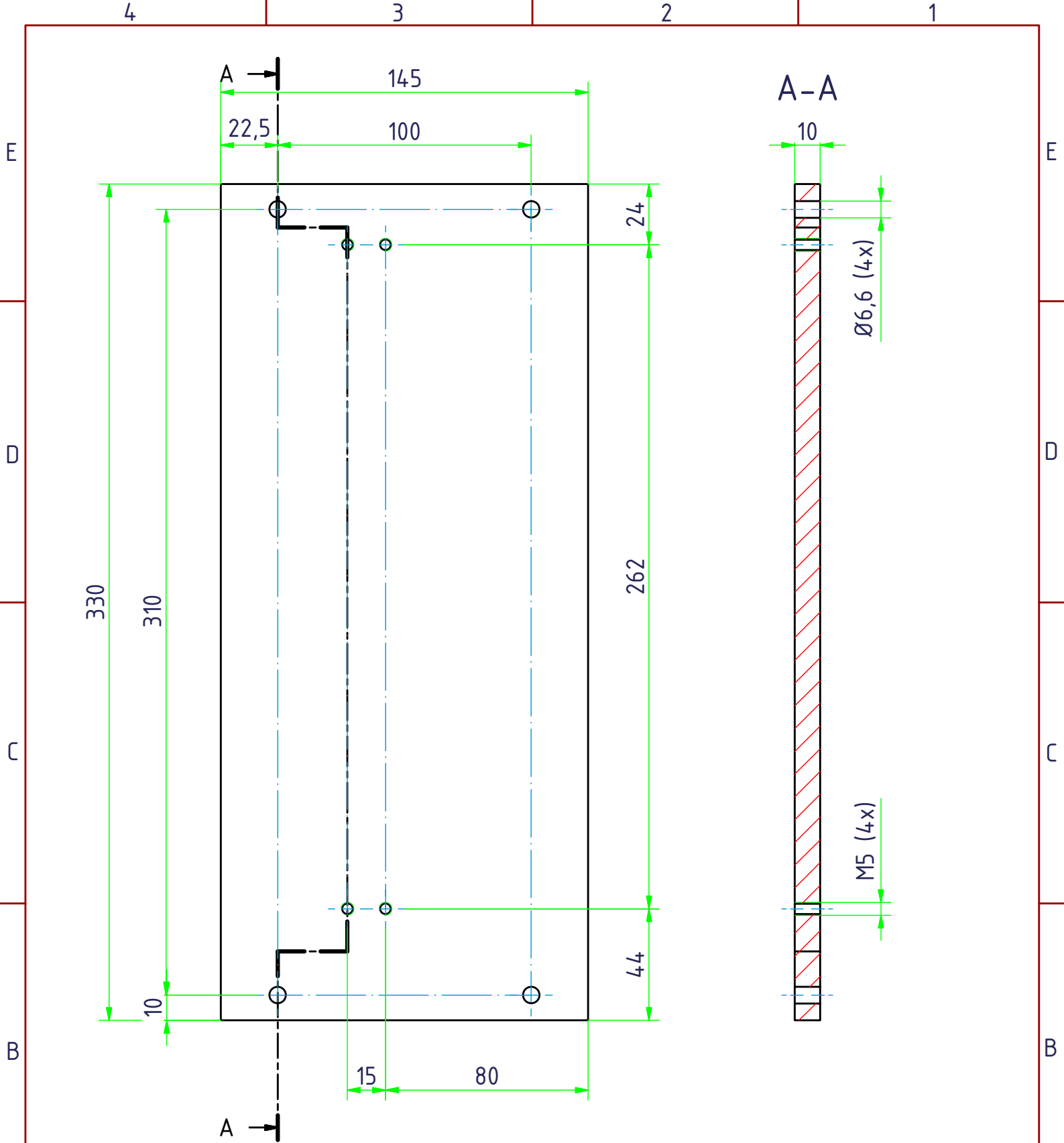
$\sqrt{Rz63}$ ($\sqrt{Rz16}$)

Für nicht tol. Maße gilt				Material: 1.0037 - S 235 JR		Oberfläche:	Format	Stückzahl:
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug: Fl 50x10x103			A4	
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: Mitnehmerblech x-Achse Traverse			Maßstab	Blatt: von:
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784		Zeichnungs-Nr.: MB07w2-52-01-16			1 : 1	1 1
gezeichnet		Datum	Name	Dateiname: MB07w2-52-08.ipt			<div>SLG = Engineering Consulting Maschinenbau</div> <div>Ingenieurtechnik GmbH</div>	
geprüft		15.12.2010	Häckel					





✓ Rz63 (✓)

Für nicht tol. Maße gilt				Material: Standard 1.4301 – X5CrNi18.10		Oberfläche:	Format	Stückzahl:	
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug:			A4		
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: Ablageblech Schlepp x-Achse Traverse			Maßstab	Blatt:	von:
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten  DIN 6784		Zeichnungs-Nr.: MB07w2-52-09			1 : 5	1	1
Datum		Name							
gezeichnet	15.12.2010	Häckel							
geprüft				Dateiname: MB07w2-52-09.ipt					



A

Für nicht tol. Maße gilt				Material: Stahl 1.0037 – S 235 JR		Oberfläche:	Format	Stückzahl:
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug: Bl 330x145x10			A4	
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: Blech x-Achse Traverse		Maßstab	Blatt: von:	
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten  DIN 6784		Zeichnungs-Nr.: MB07w2-52-10				
gezeichnet	Datum 15.12.2010	Name Häckel		Dateiname: MB07w2-52-10.ipt				
geprüft								

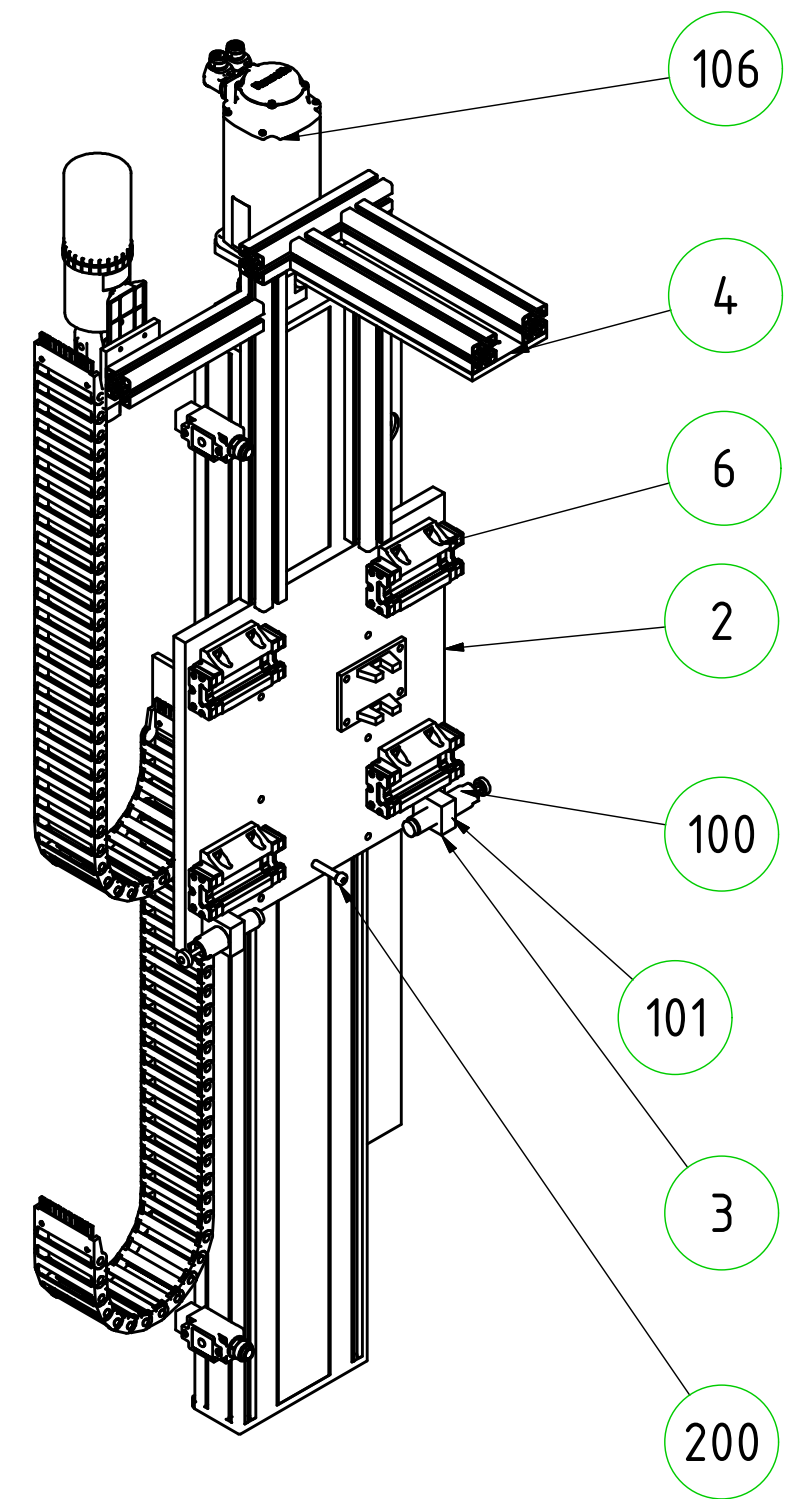
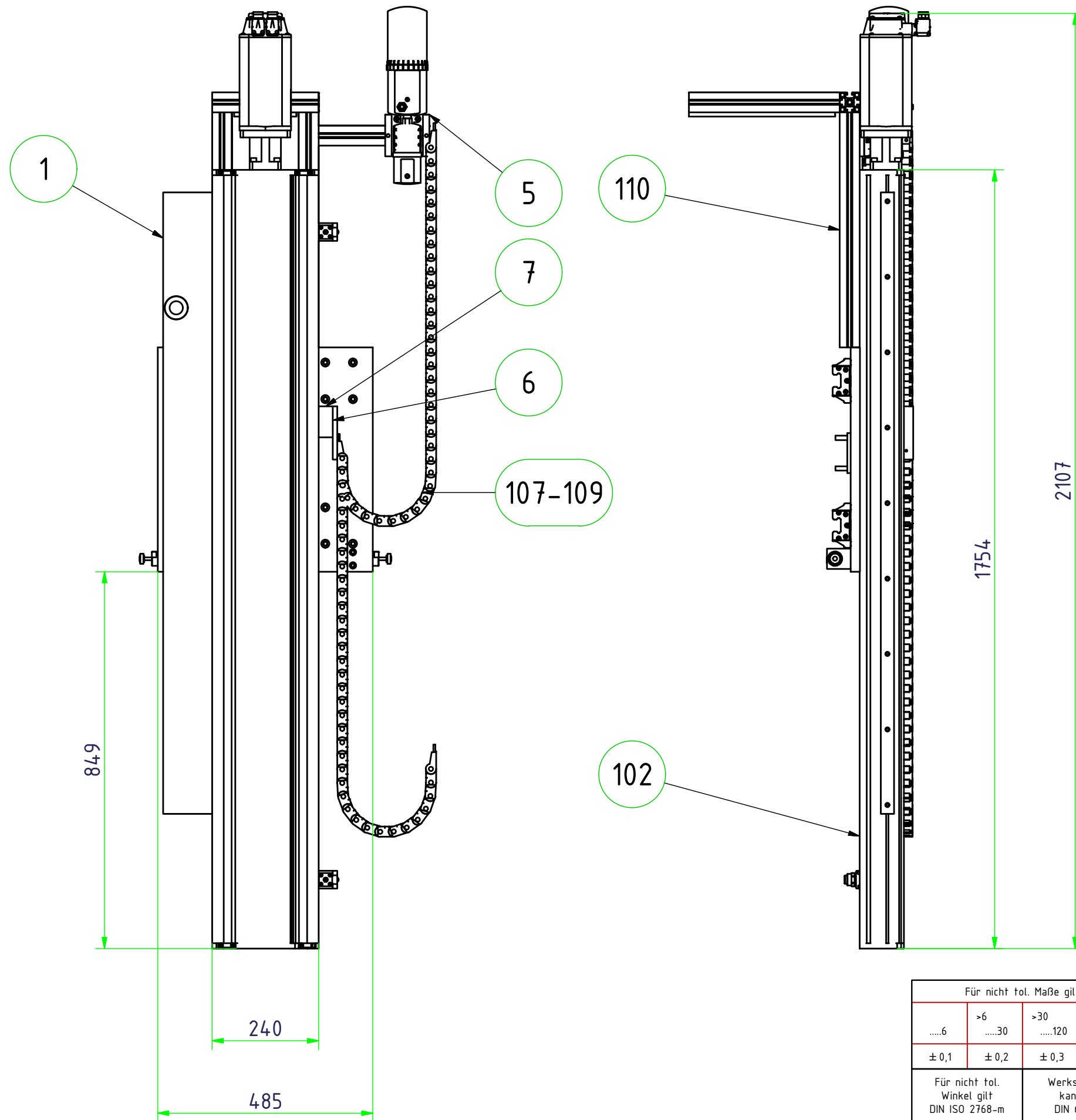
4

3

2

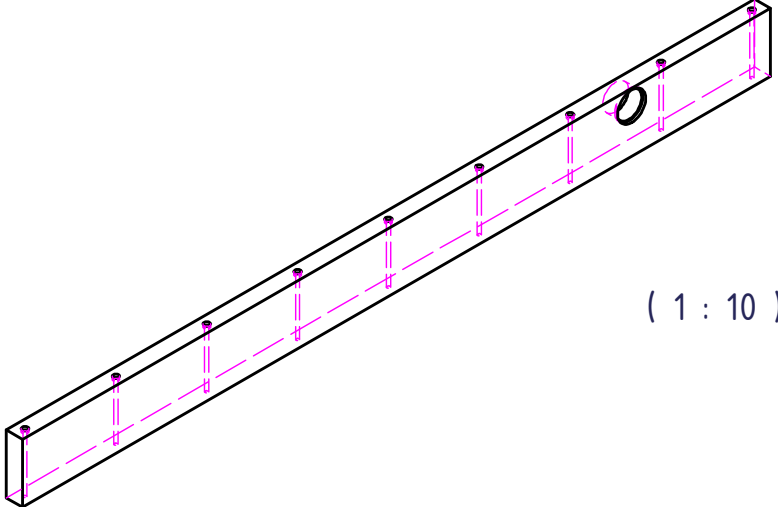
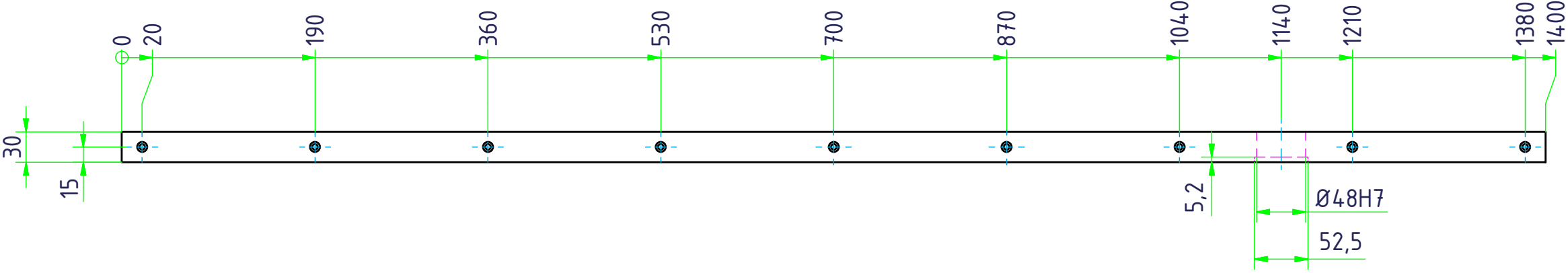
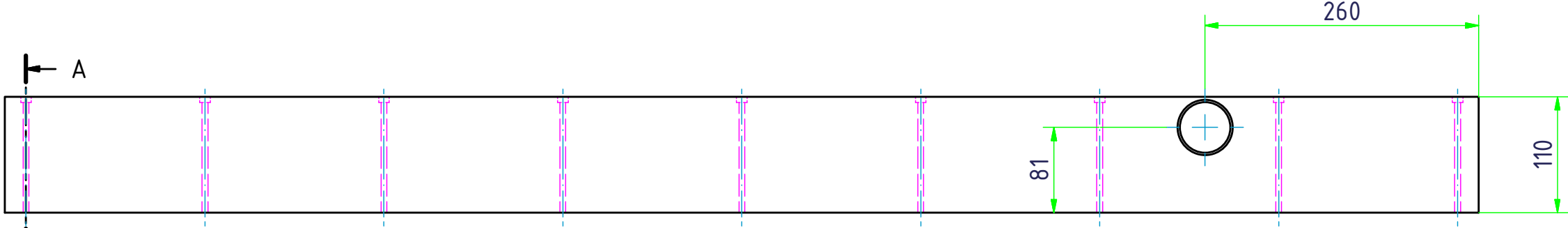
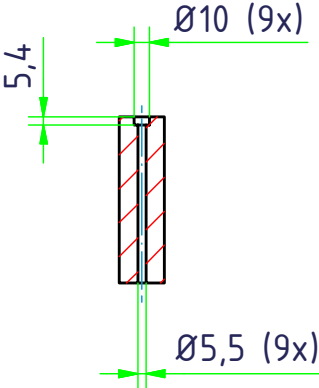
1

A





Für nicht tol. Maße gilt				Material:		Oberfläche:	Format	Stückzahl:	
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug:			A3		
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: z – Achse Beladehandling			Maßstab	Blatt: von:	
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784		Zeichnungs-Nr.: MB07w2-53-00			1 : 10	1	1
Datum		Name		Dateiname: MB07w2-53-00.iam			<div>SLG Engineering Consulting Maschinenbau</div> <div>Ingenieurtechnik GmbH</div>		
gezeichnet		15.12.2010							
geprüft									

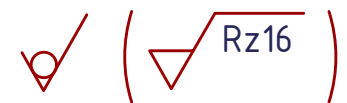
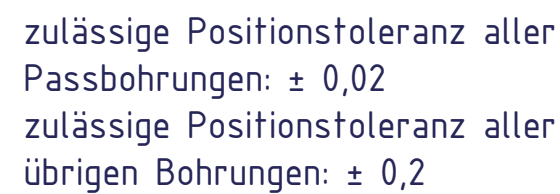
A-A





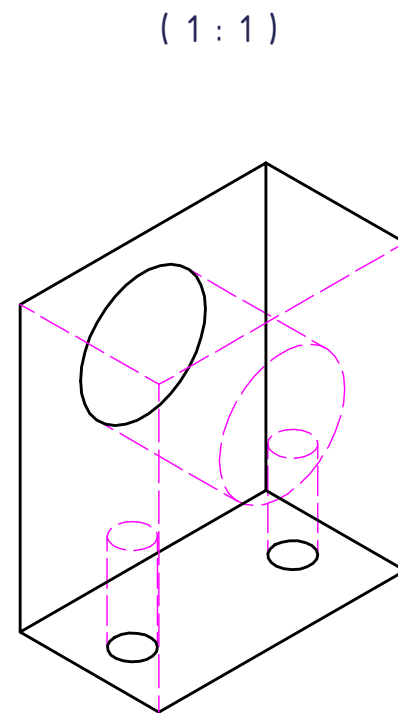
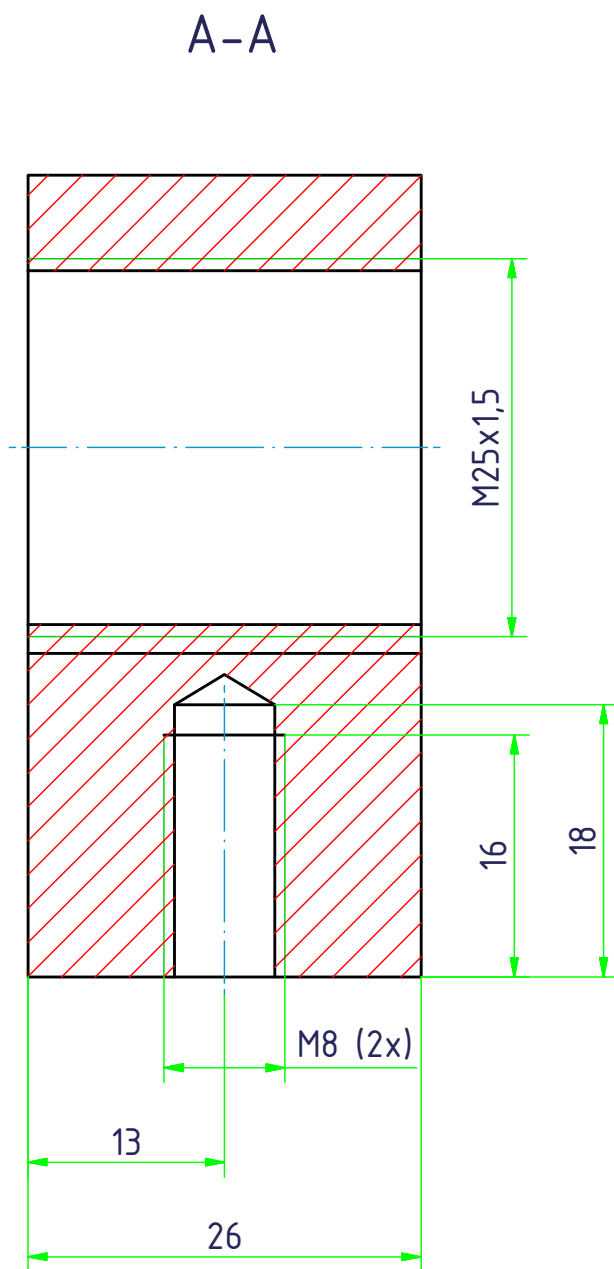
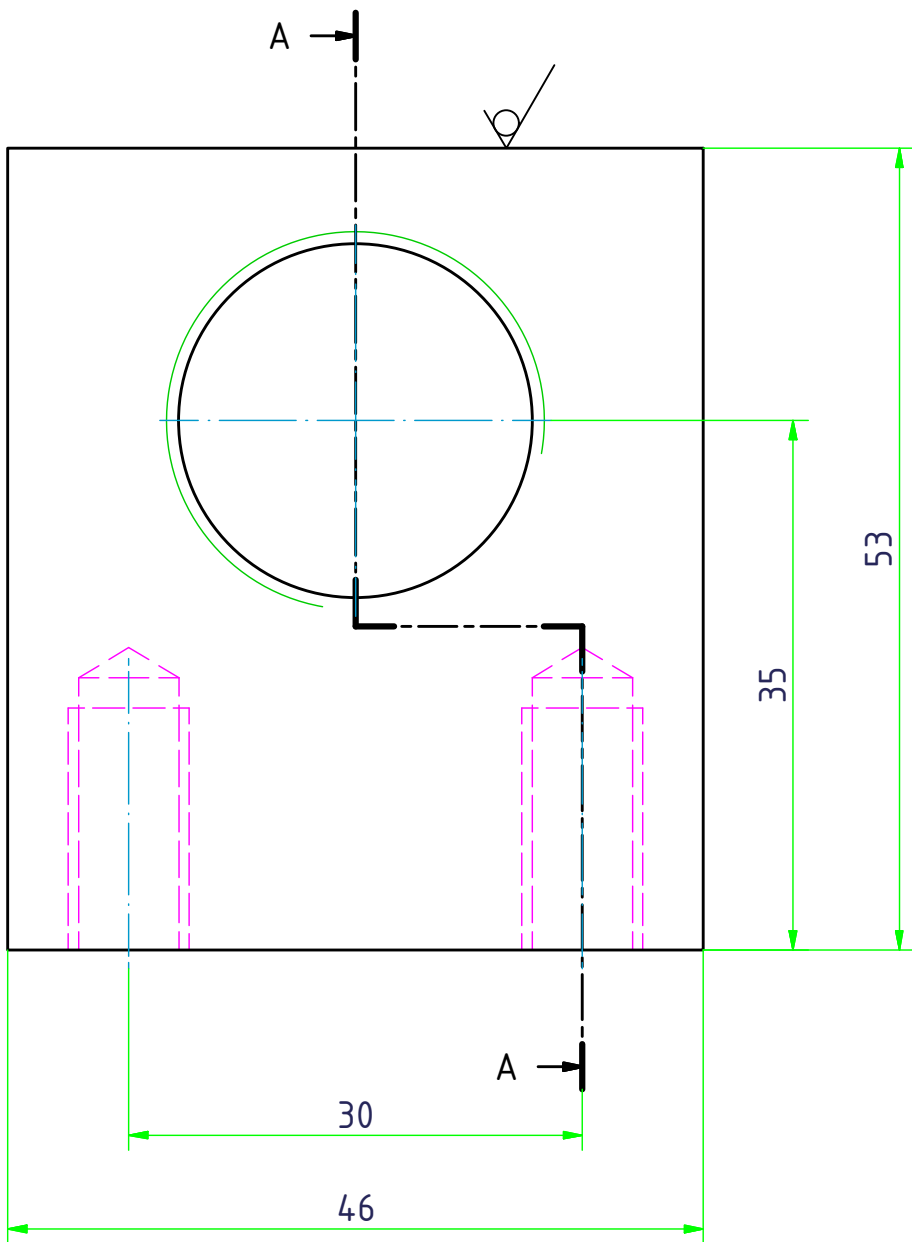
(1 : 10)

✓ (✓ Rz16)

Für nicht tol. Maße gilt				Material: 1.0580 – S 295 JR		Oberfläche:	Format	Stückzahl:	
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug: Fl 110x30x1400			A3		
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: Absteckblock z-Achse			Maßstab	Blatt: von:	
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784 		Zeichnungs-Nr.: MB07w2-53-01					
gezeichnet		Datum		Name					
geprüft				Häckel					
				Dateiname: MB07w2-53-01.ipt					



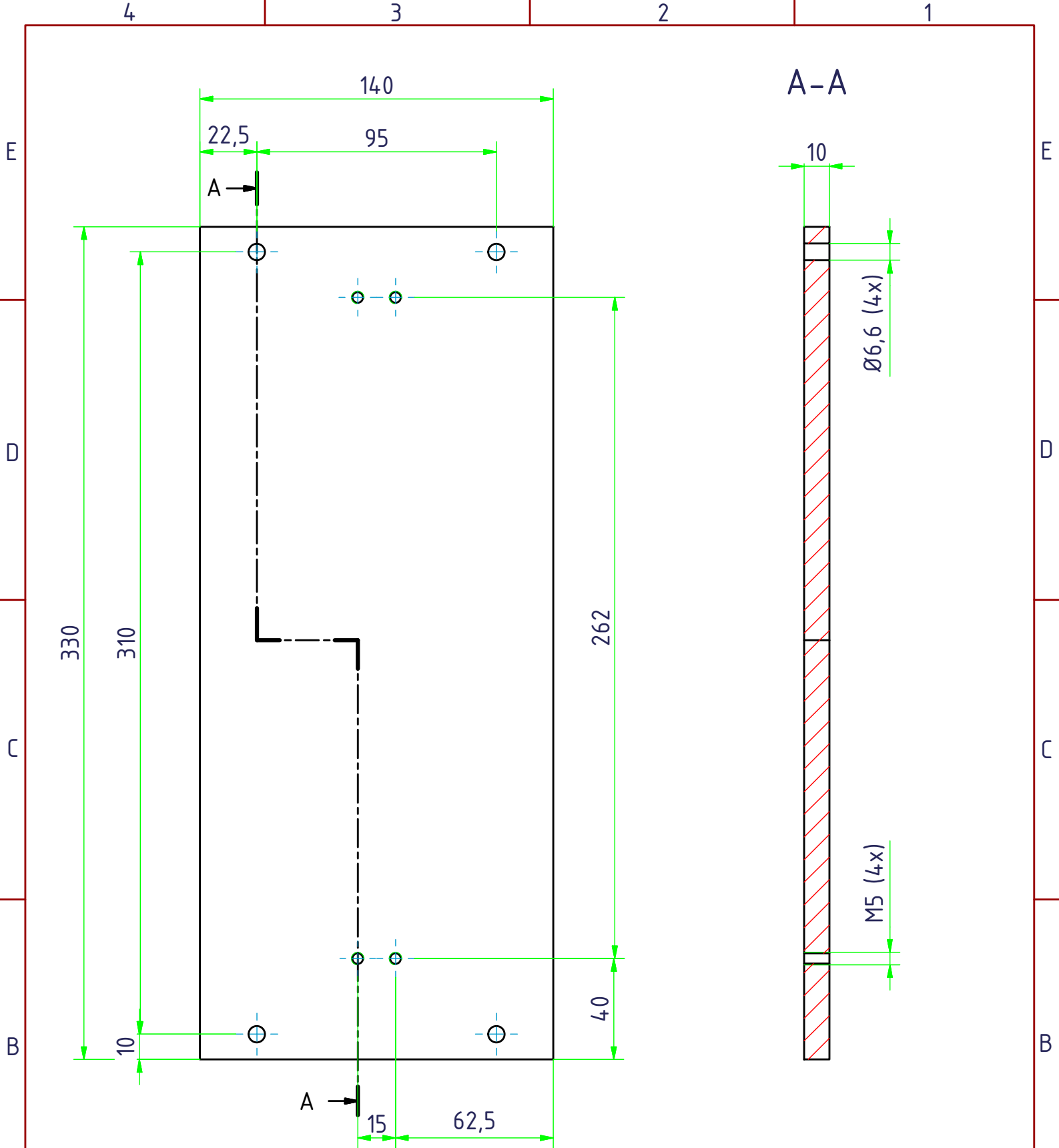
Für nicht tol. Maße gilt				Material: 1.0037 – S 235 JR		Oberfläche:	Format A3	Stückzahl:
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug: Bl 505x485x25				
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: Adapterplatte z-Achse			Maßstab 1 : 5	Blatt: von: 1 1
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784 		Zeichnungs-Nr.: MB07w2-53-02				
gezeichnet		Datum 15.12.2010		Name Häckel		<div>SLG  Engineering Consulting Maschinenbau Ingenieurtechnik GmbH</div>		
geprüft								
				Dateiname: MB07w2-53-02.ipt				



Rz16 (✓)



zulässige Positionstoleranz aller
übrigen Bohrungen: $\pm 0,2$

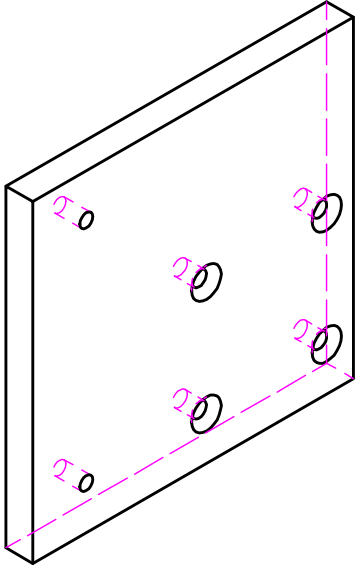
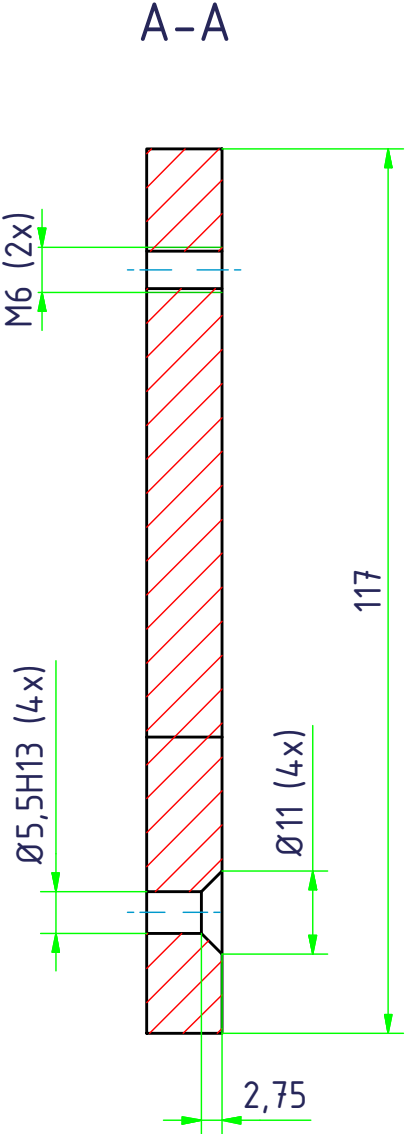
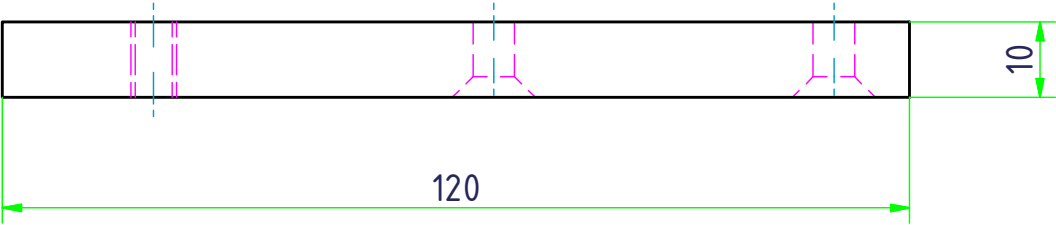
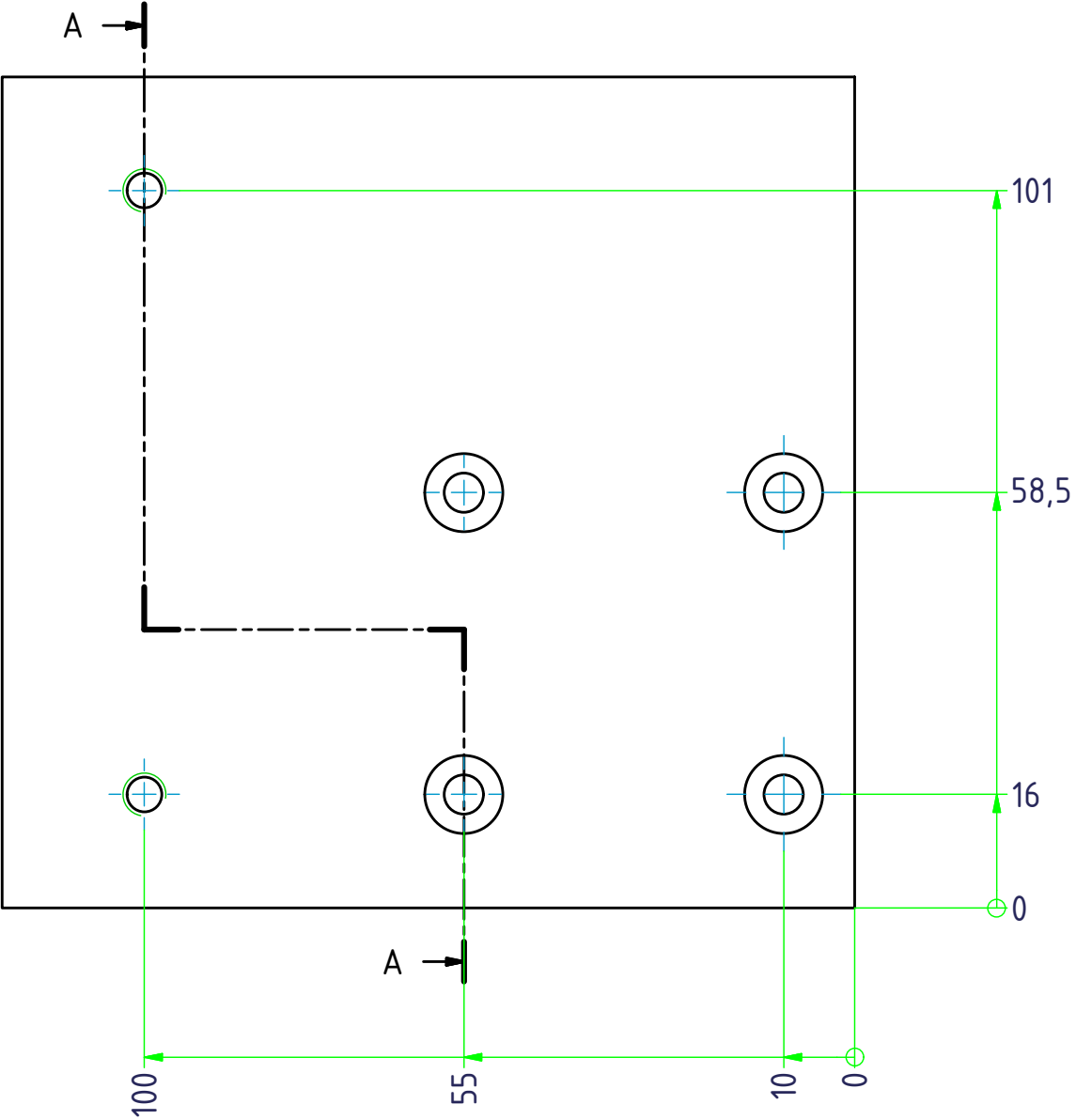
Für nicht tol. Maße gilt				Material: 1.0037 – S 235 JR	Oberfläche:	Format	Stückzahl:	
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug: 55x50x30		A3		
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: Dämpferflansch z-Achse		Maßstab	Blatt: von:	
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784				2 : 1	1	1
				Zeichnungs-Nr.: MB07w2-53-03		<div>SLG Engineering Consulting Maschinenbau</div> <div>Ingenieurtechnik GmbH</div>		
gezeichnet		Datum	Name					
geprüft			Häckel	Dateiname: MB07w2-53-03.ipt				



zulässige Positionstoleranz aller
Bohrungen: $\pm 0,2$



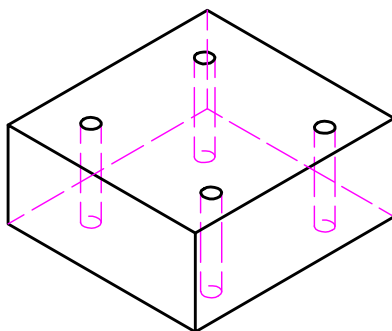
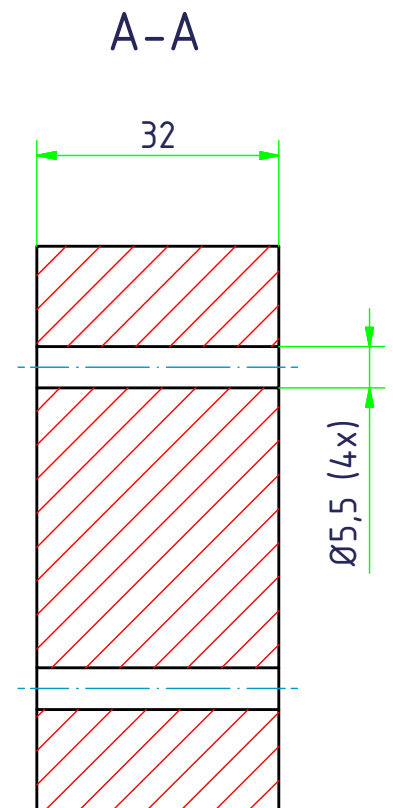
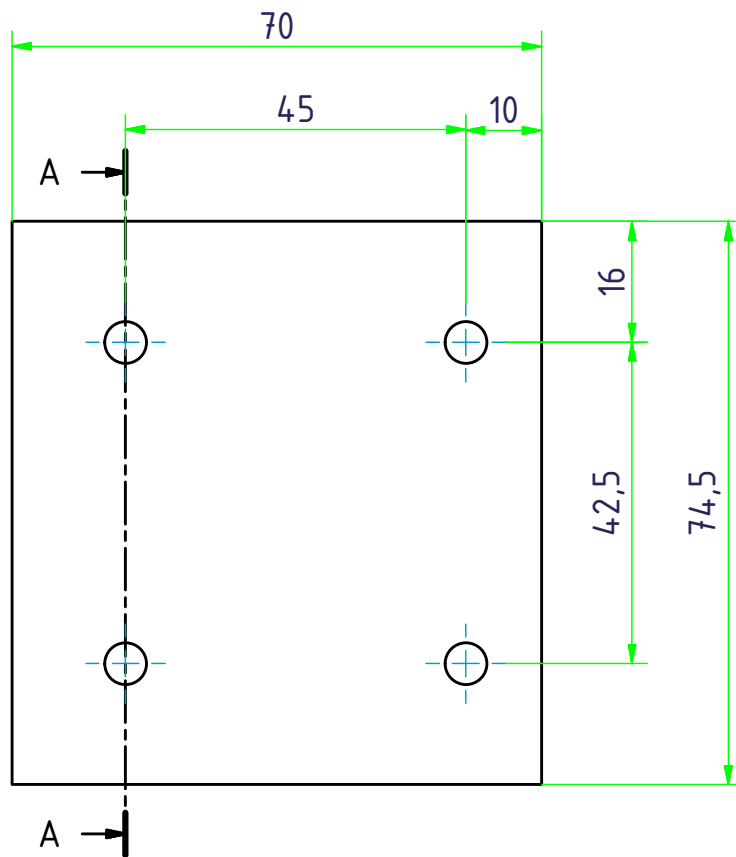
Für nicht tol. Maße gilt				Material: 1.0037 – S 235 JR		Oberfläche:	Format	Stückzahl:	
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug:			A4		
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: Blech z-Achse		Maßstab 1 : 2	Blatt:	von:	
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten  DIN 6784		Zeichnungs-Nr.: MB07w2-53-04			1	1	
gezeichnet		Datum 15.12.2010	Name Häckel	Dateiname: MB07w2-53-04.ipt					
geprüft									



zulässige Positionstoleranz aller
Passbohrungen: ± 0,02

Für nicht tol. Maße gilt				Material: 1.0037 – S 235 JR		Oberfläche:	Format	Stückzahl:	
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug: Bl 120x117x10			A3		
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: Montagebl.E-Kette z-Achse			Maßstab	Blatt: von:	
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784					1 : 1	1	1
		Datum	Name	Zeichnungs-Nr.: MB07w2-53-06			<div>SLG Engineering Consulting Maschinenbau</div> <div>Ingenieurtechnik GmbH</div>		
gezeichnet	15.12.2010	Häckel							
geprüft				Dateiname: MB07w2-53-06.ipt					

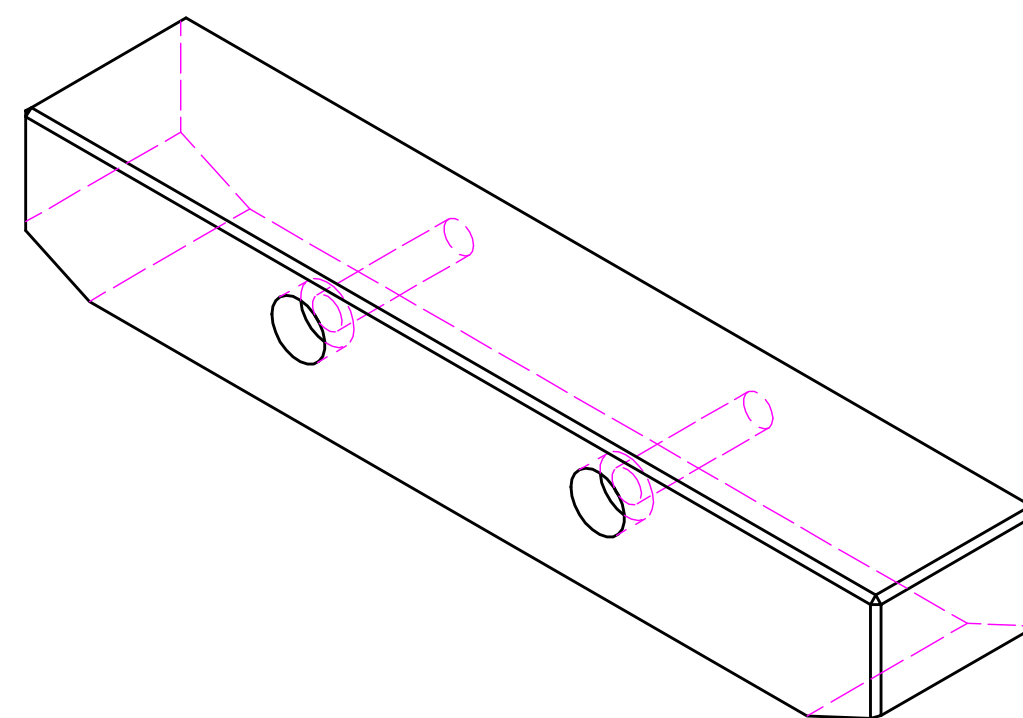
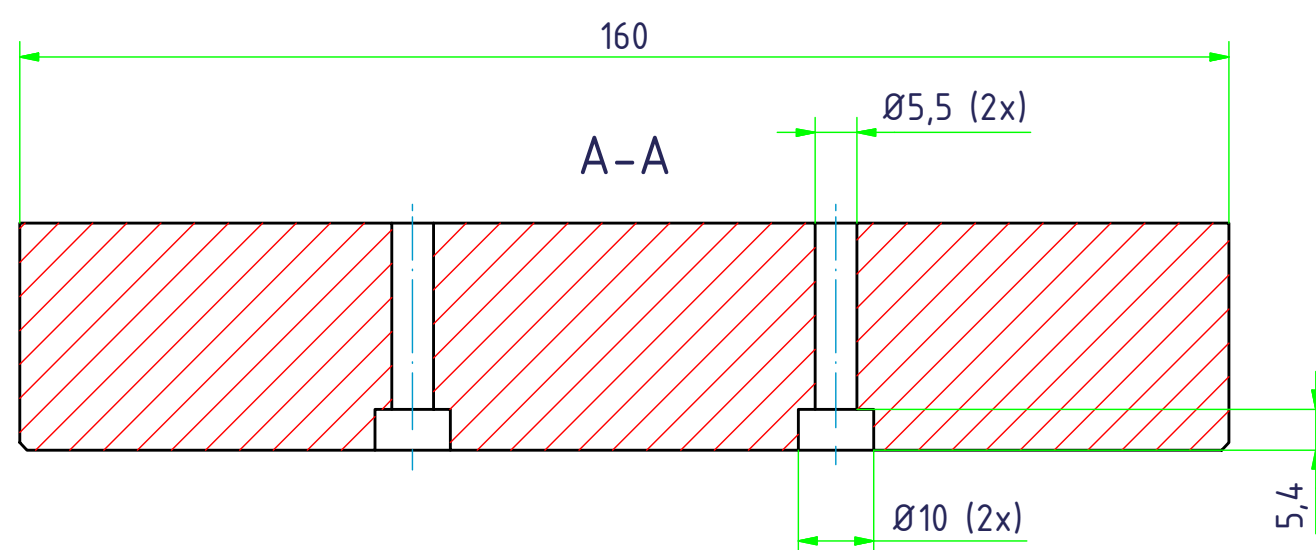
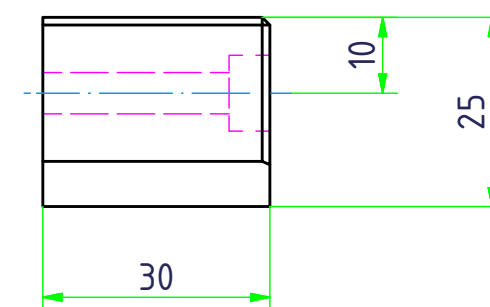
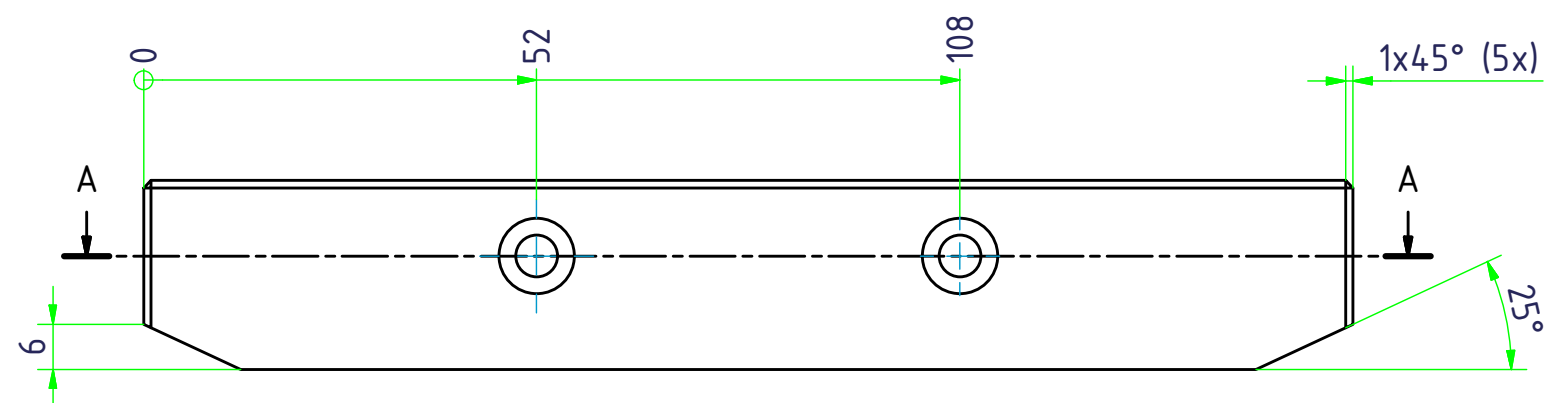
✓ (✓ Rz16)




zulässige Positionstoleranz
aller Bohrungen: $\pm 0,2$

Rz63

Für nicht tol. Maße gilt				Material: 1.0037 - S 235 JR	Oberfläche:	Format	Stückzahl:
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug:		A4	
$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	Bezeichnung: Distanzblock z-Achse	Maßstab 1 : 1		
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784		Zeichnungs-Nr.: MB07w2-53-07	Blatt: 1 von: 1		
gezeichnet	Datum 15.12.2010	Name Häckel		Dateiname: MB07w2-53-07.ipt			
geprüft							



Rz16

Für nicht tol. Maße gilt				Material: Standard 1.0037 – S 235 JR		Oberfläche:	Format	Stückzahl:
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug: Fl 30x40x160			A3	
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: Schaltnocke AXDL240 z-Achse			Maßstab	Blatt: von:
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784		Zeichnungs-Nr.: MB07w2-53-08			1 : 1	1 1
Datum		Name						
gezeichnet		15.12.2010		Häckel				
geprüft				Dateiname: MB07w2-53-08.ipt				

6

5

4

3

2

1

D

D

C

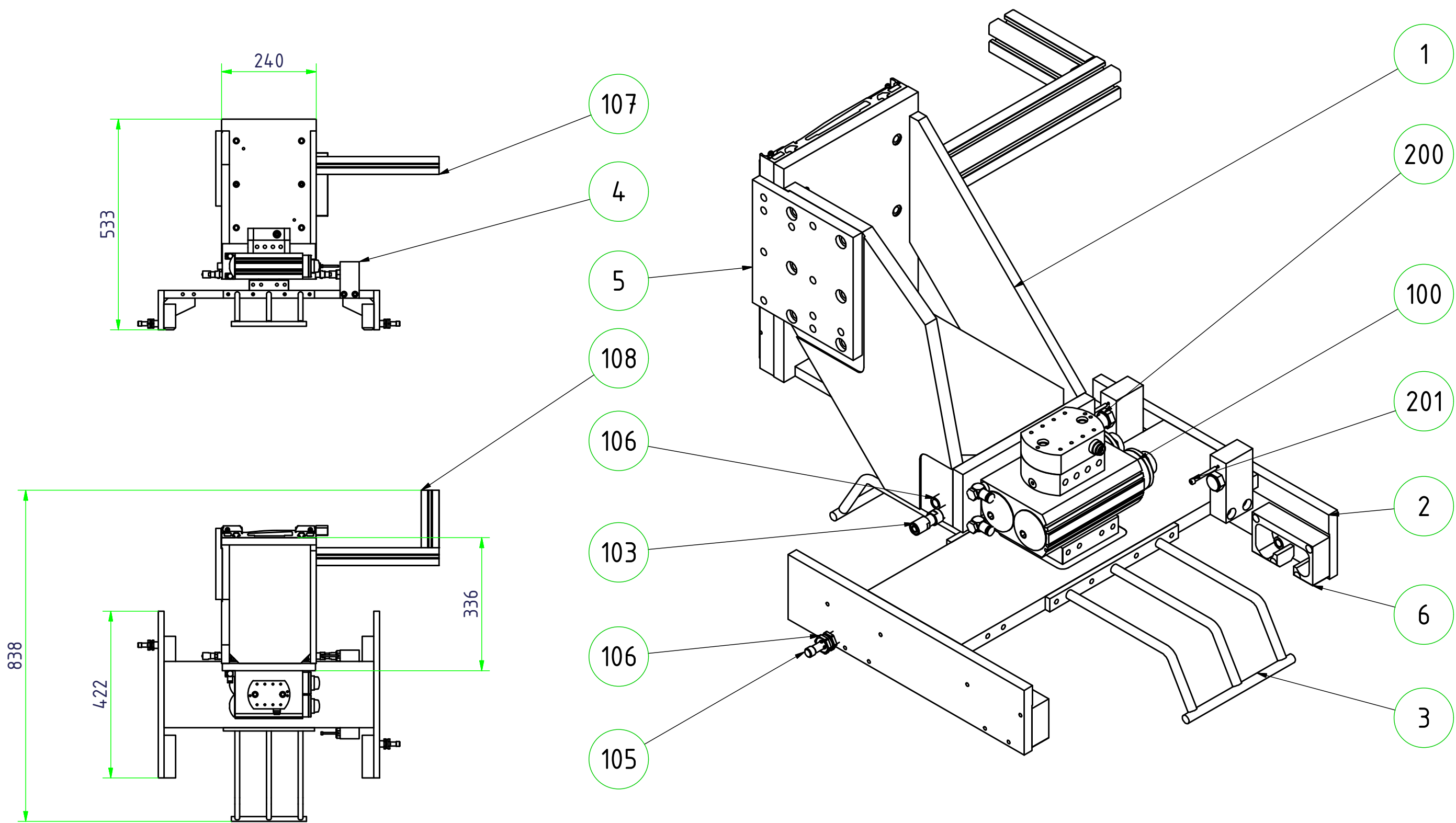
C

B

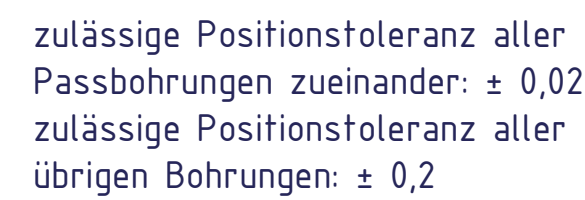
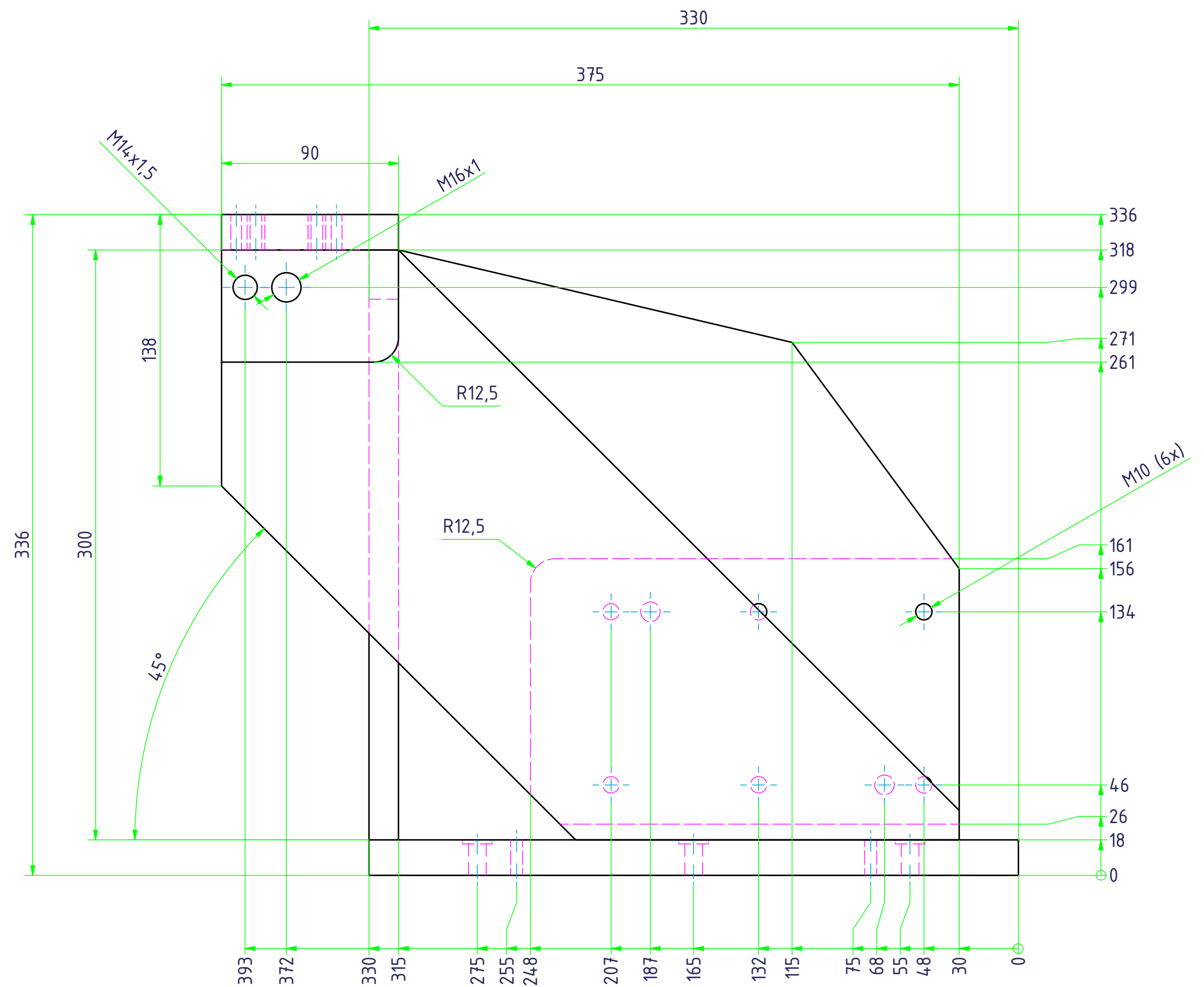
B

A

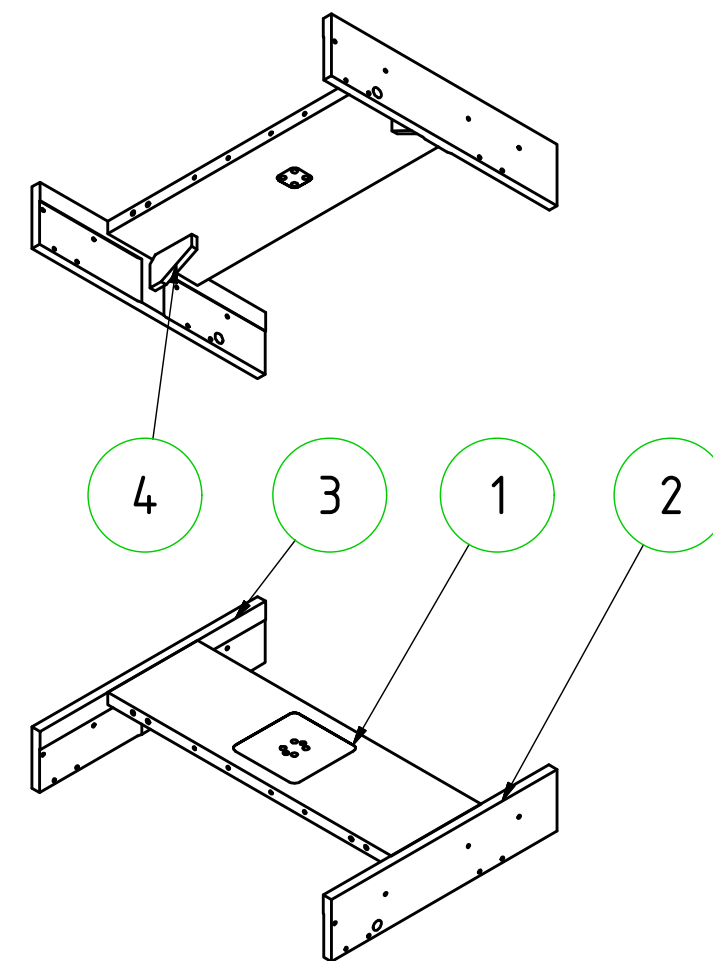
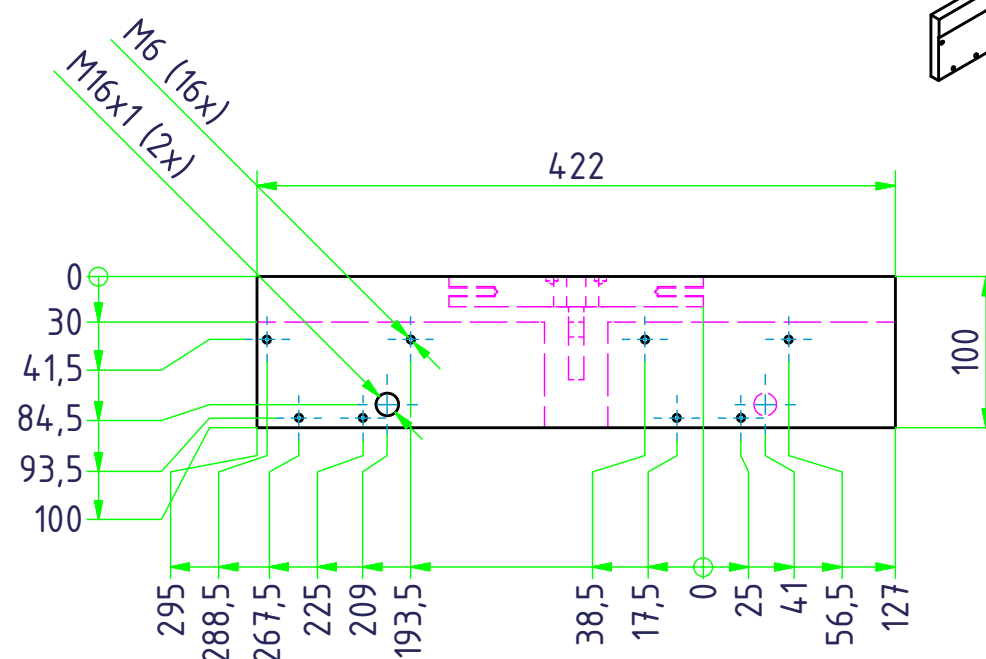
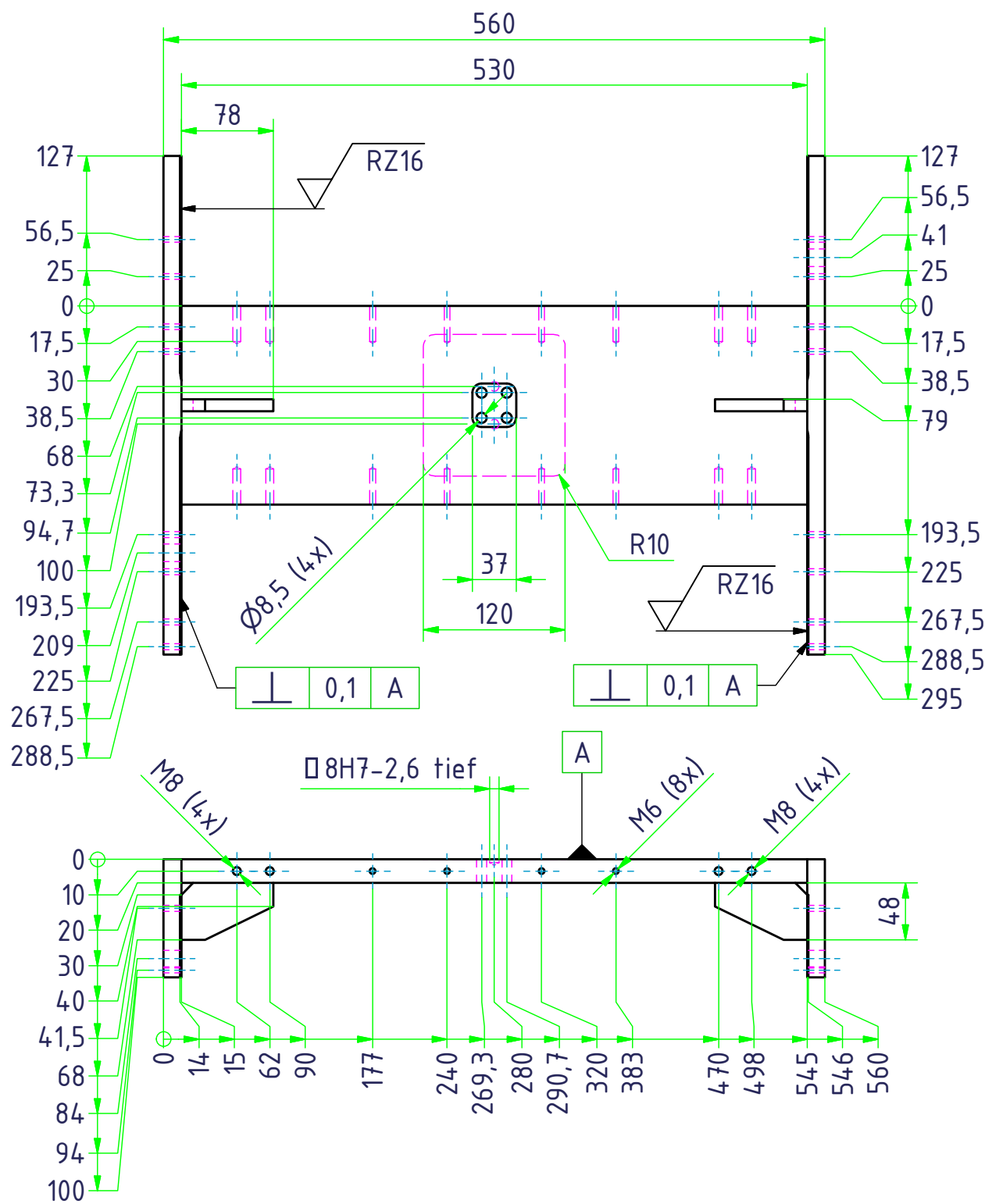
A



Für nicht tol. Maße gilt				Material:		Oberfläche:	Format	Stückzahl:			
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug:							
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung:		Maßstab		Blatt: von:			
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784		Greifer Beladehandling							
		Datum		Zeichnungs-Nr.:		SLG - Engineering Consulting Maschinenbau Ingenieurtechnik GmbH		1 : 5		1	
gezeichnet		15.12.2010		MB07w2-54-00							
geprüft				Dateiname: MB07w2-54-00-00.iam							



SLG - Engineering
- Consulting
Maschinenbau
Ingenieurtechnik GmbH

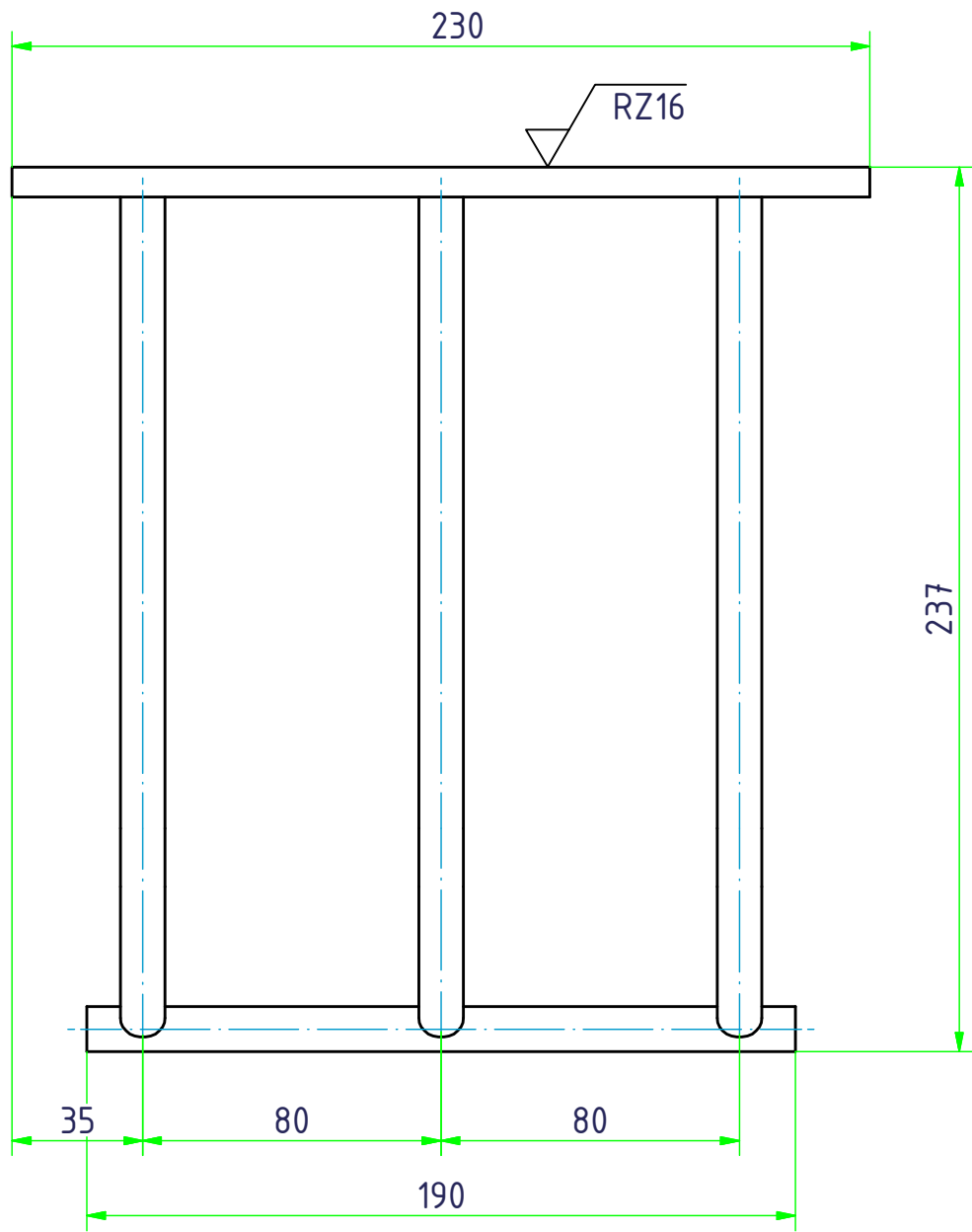
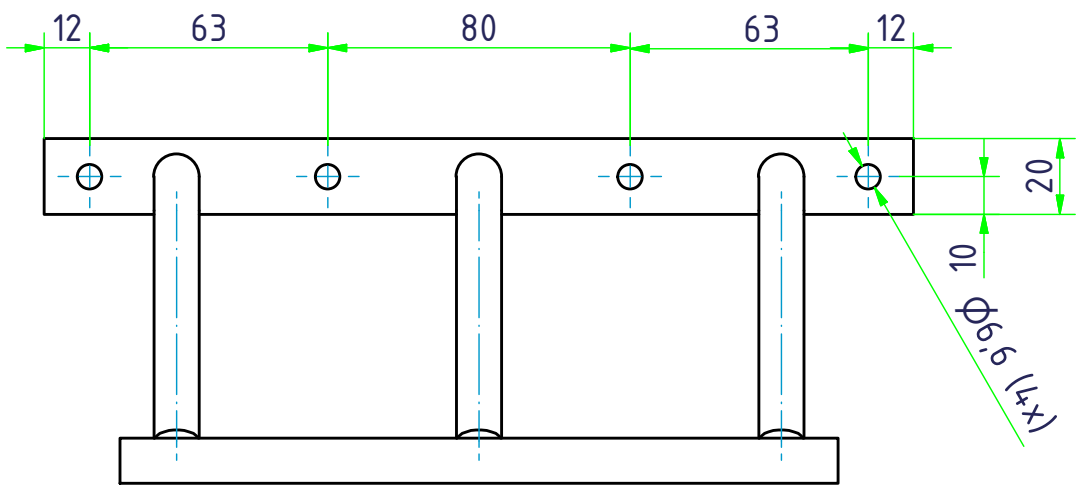


ax5
Schweißmaßtoleranz: B 1
Rz16 (✓)

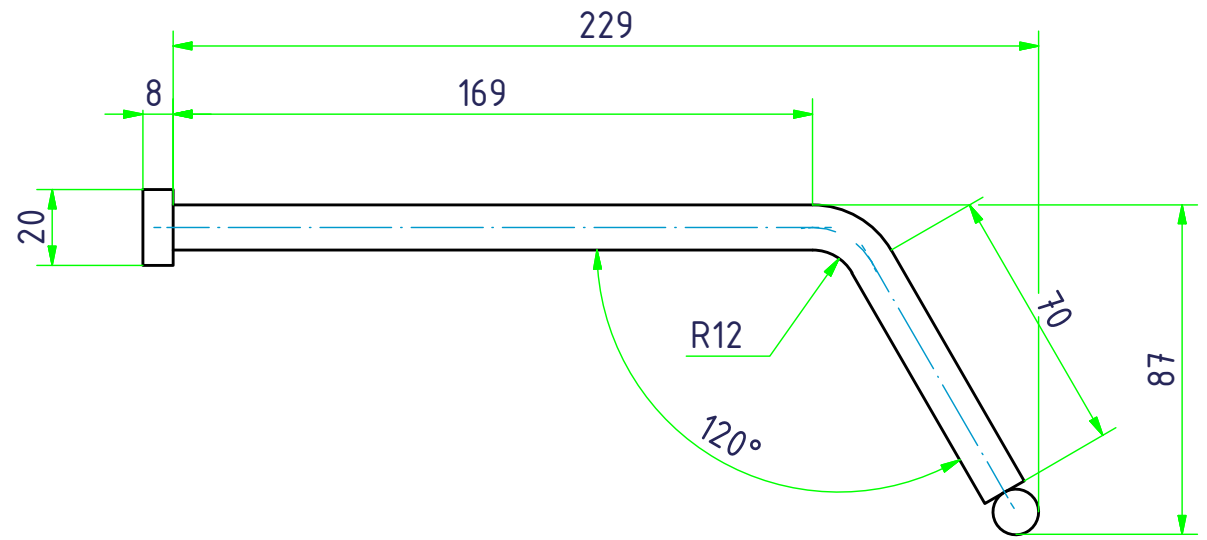
4	2	Bl 78x48x10	-	S 235 JR
3	1	Bl 422x100x15	-	S 235 JR
2	1	Bl 422x100x15	-	S 235 JR
1	1	Bl 530x172x20	-	S 235 JR
Pos.	Stk	Benennung	Sachnr./ Norm	Bemerkung
Für nicht tol. Maße gilt		Material: Standard	Oberfläche:	Format
.....6	>630	>30120	>120	A3
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Stückzahl:
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784	Bezeichnung: Grundgestell Greifer	Maßstab
gezeichnet		Datum	15.12.2010	Blatt: von:
geprüft		Name	Häckel	1 1
Zeichnungs-Nr.: MB07w2-54-02-00		Dateiname:	MB07w2-54-02-00.iam	SLG Engineering Consulting Maschinenbau

Funktionsflächen frei !
Anstrich: RAL 9002 grauweiß seidematt glatt
SPANNUNGSFREI GEGLUEHT NACH ATE N 550 41-02
stress annealed as per

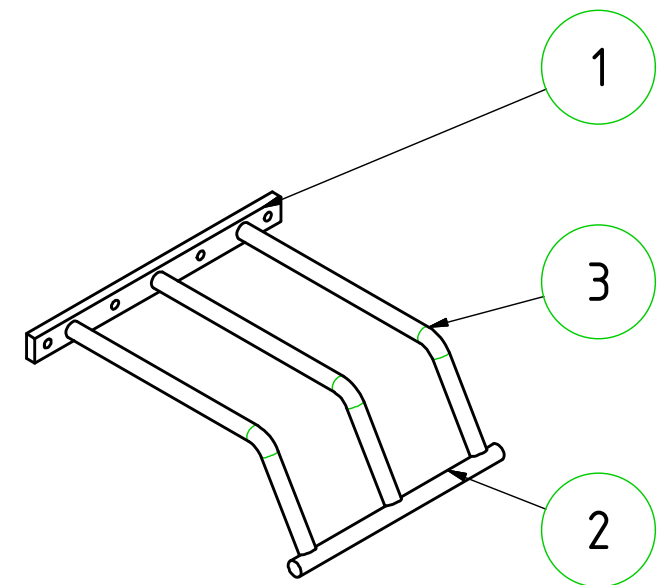
zulässige Positionstoleranz
übrigen Bohrungen: B 0,2



zulässige Positionstoleranz aller Bohrungen: ± 0,2



(1 : 5)



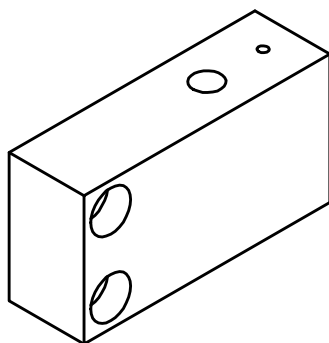
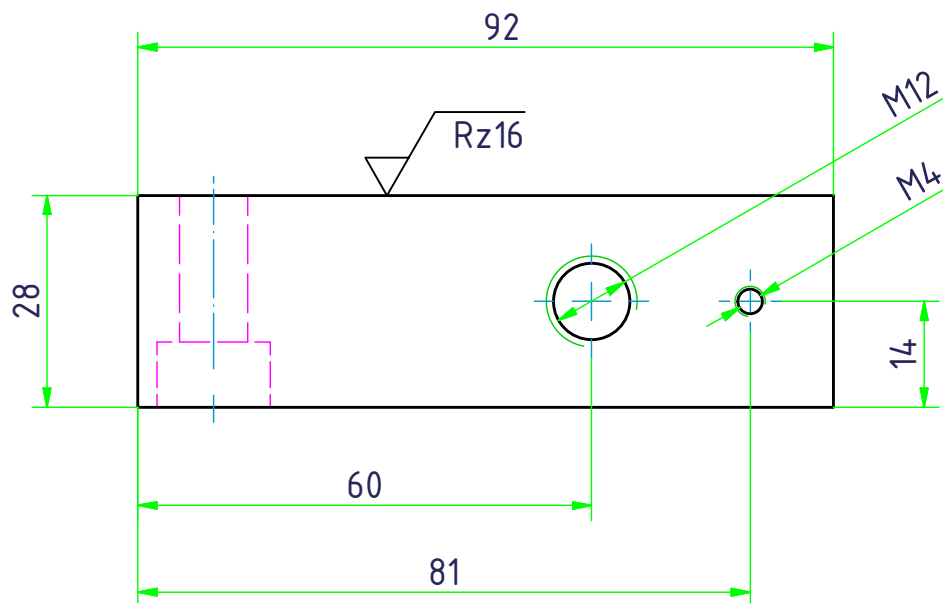
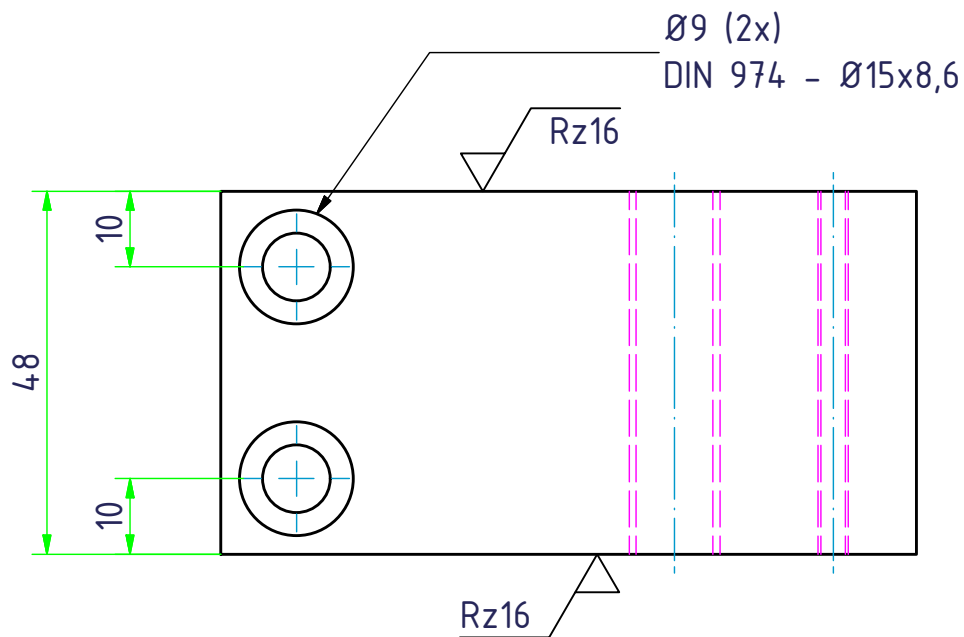
Funktionsflächen frei !



Anstrich: RAL 9002 grauweiß seidematt glatt

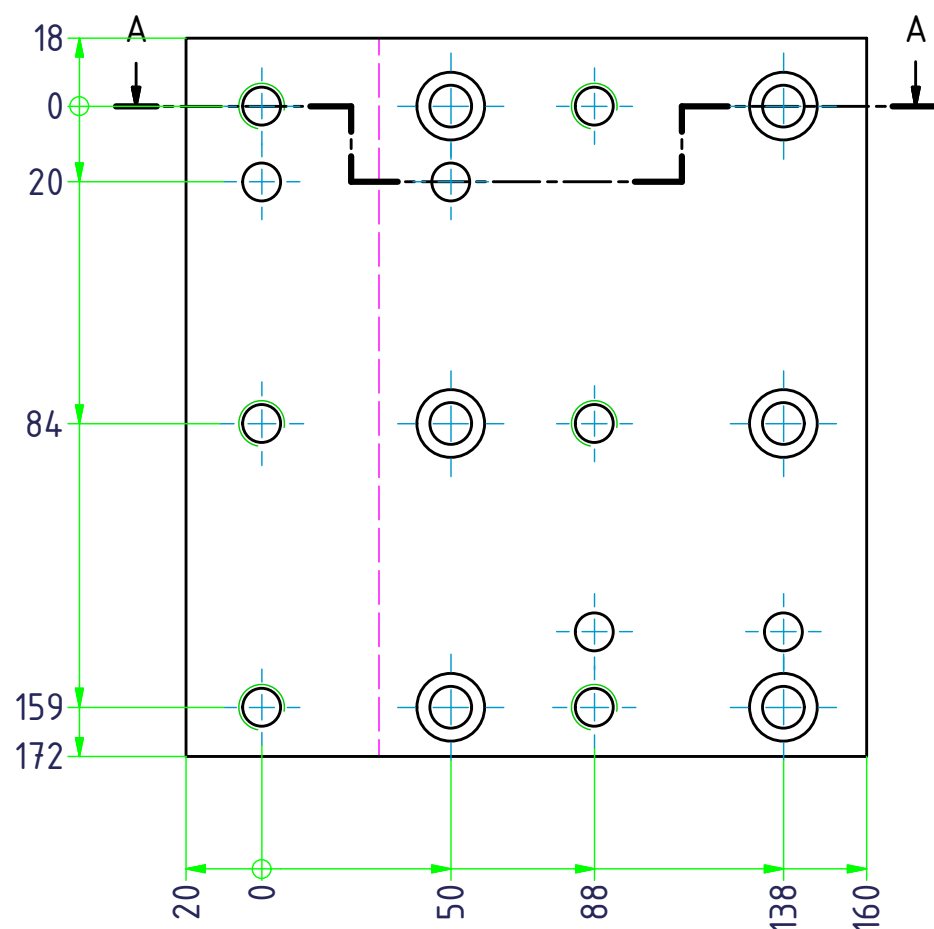
SPANNUNGSFREI GEGLUEHT NACH ATE N 550 41-02
stress annealed as per

ax5
Schweißmaßtoleranz: ± 1
Rz63 (Rz16)

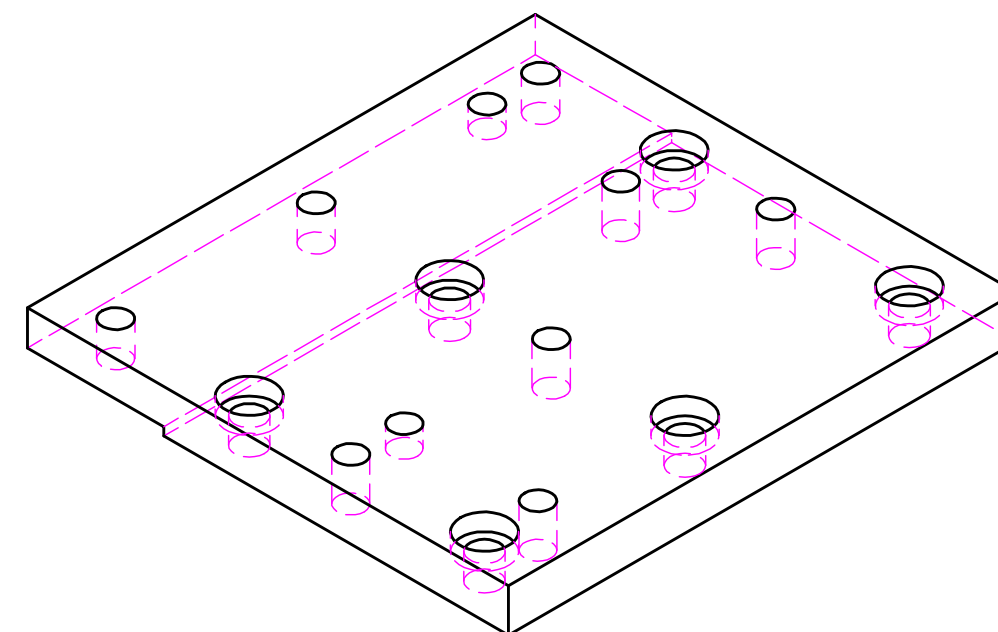
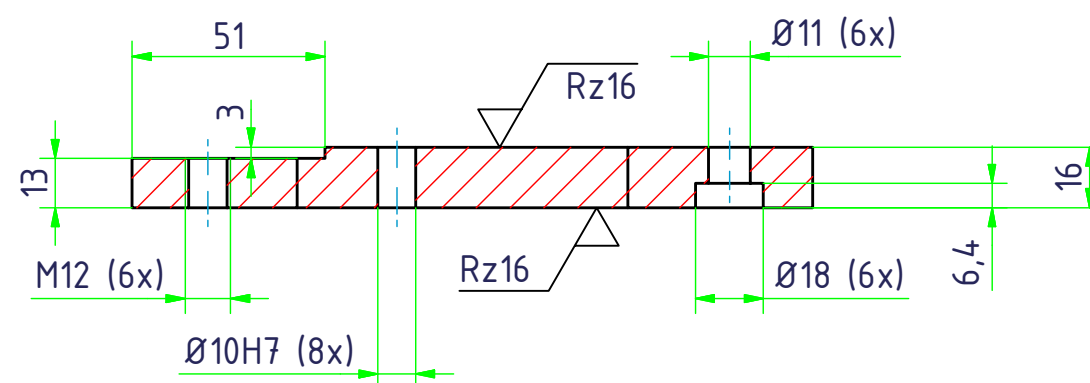
3	3	Rd 254x12	-	-
2	1	Rd 190x12	-	-
1	1	Fl 20x10x230	-	-
Pos.	Stk	Benennung	Sachnr. / Norm	Bemerkung
Für nicht tol. Maße gilt		Material: Standard	Oberfläche:	Format
.....6	>630	>30120	>120	A3
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Stückzahl: 2
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784	Bezeichnung: Schutzgitter KW Greifer	
gezeichnet		Datum	Name	Maßstab
geprüft		15.12.2010	Häckel	1 : 2
				Blatt: von: 1 1
				MB07w2-54-03
				MB07w2-54-03-00.iam
		SLG Engineering Consulting Maschinenbau Ingenieurtechnik GmbH		



Für nicht tol. Maße gilt				Material: 1.0037 – S 235 JR		Oberfläche:	Format	Stückzahl:	
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug: Fl 50x30x95			A4	2	
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: Anschlag Greifer			Maßstab	Blatt: von:	
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten  DIN 6784		Zeichnungs-Nr.: MB07w2-54-04					
gezeichnet	Datum 15.12.2010	Name Häckel		Dateiname: MB07w2-54-04-00.ipt					
geprüft									



A-A



✓ (✓ Rz16)

zulässige Positionstoleranz aller
Passbohrungen: $\pm 0,02$
zulässige Positionstoleranz aller
übrigen Bohrungen: $\pm 0,2$

Für nicht tol. Maße gilt				Material: 1.0037 – S 235 JR		Oberfläche:	Format		Stückzahl:	
.....6	>630	>30120	>120	Halbzeug: Bl 190x180x2			A3		1	
± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	Bezeichnung: Adapterpl.SiAbst. Greifer		Maßstab		Blatt: von:		
Für nicht tol. Winkel gilt DIN ISO 2768-m		Werkstück- kanten DIN 6784		Zeichnungs-Nr.: MB07w2-54-05		1 : 2		1 1		
		Datum				Name		SLG – Engineering Consulting Maschinenbau Ingenieurtechnik GmbH		
gezeichnet		15.12.2010		Häckel						
geprüft										
				Dateiname: MB07w2-54-05-00.ipt						

[illegible]

					Datum	Name	Handling				
				Bearb.	15.12.10	Häckel					
				Gepr.							
				Norm			MB07w2-50-00		Stückzahl		
									1x		
									Themen-Nr.: MB07w2		Blatt
											1
											von 1
Zust.	Änderung	Datum	Name	(Urspr.)			(Ers. f. :)		(Ers. d. :)		

1	2	3	4	5	6
Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Sachnummer / Norm - Kurzbezeichnung	Bemerkung
01	1	Stk	Strebe x	MB07w2-51-01	
02	1	Stk	Säule	MB07w2-51-02	
03	1	Stk	Knotenstütze	MB07w2-51-03	
04	1	Stk	Säule	MB07w2-51-04	
05	1	Stk	Balken	MB07w2-51-05	
06	1	Stk	Balken	MB07w2-51-06	
07	1	Stk	Säule	MB07w2-51-07	
08	1	Stk	Säule	MB07w2-51-08	
09	1	Stk	Strebe x oben	MB07w2-51-09	
10	1	Stk	Strebe y	MB07w2-51-10	
11	6	Stk	Schaltnocke	MB07w2-51-11	
12	1	Stk	Ablage E-Kette	MB07w2-51-12	
100	1	Stk	Linearantrieb Kompaktmodul	AXC120ZPRK35-H30-1700-2520-02-00-O-0	SNR
101	1	Stk	Linearantrieb Kompaktmodul	AXC120ZKR38-H30-1700-2520-00-00-0-0	SNR
102	1	Stk	Verbindungswelle für LA	AXC120-VERBINDUNGSWELLE-2720	SNR
103	12	Stk	Befestigungsleiste für LA	AXC120-BEFESTIGUNGSLEISTE	SNR
104	16	Stk	Nutenstein für LA	NUTENSTEIN.8 ST M8 Bauform E	SNR
105	1	Stk	Energiekette	220.275.250.0 38 Glieder	IGUS
106	1	Paar	Anschlusselement, vormontiert	2230.250.2.12	IGUS
107	1	Stk	Trennsteg geschlitzt, vormontiert, 1 je 2. Glied	2211	IGUS
108	1	Stk	Servomotor IndraDyn S	MSK-061C-0600-NN-M1-UG0-NN	Bosch Rexroth
109	2	Stk	Positionsschalter EN50041	091300 NG2RK-510L060	Euchner

					Datum	Name	Gestell		
				Bearb.	15.12.10	Häckel			
				Gepr.					
				Norm					
							MB07w2-51-00		Stückzahl
									1x
							Themen-Nr.: MB07w2		Blatt
									1
									von 1
Zust.	Änderung	Datum	Name	(Urspr.)			(Ers. f. :)		(Ers. d. :)

1	2	3	4	5	6
Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Sachnummer / Norm - Kurzbezeichnung	Bemerkung
110	2	Stk	Anschlußleitung SR6 gerade	098128 SR6EF-20000	Euchner
111	2	Stk	BoschProfil 45x45 L=370	3 842 509 175	Bosch
200	32	Stk	Kugelscheibe Form C	DIN 6319 13 C 07420-112	norelem
201	32	Stk	Kugelpfanne Form D	DIN 6319 13 D 07420-212	norelem

					Datum	Name	Gestell			
				Bearb.	15.12.10	Häckel				
				Gepr.						
				Norm						
							MB07w2-51-00			Stückzahl
										1x
							Themen-Nr.: MB07w2			Blatt
										2
										von 1
Zust.	Änderung	Datum	Name	(Urspr.)			(Ers. f. :)		(Ers. d. :)	

1	2	3	4	5	6
Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Sachnummer / Norm - Kurzbezeichnung	Bemerkung
1	1	St	Traverse	MB07w2-52-01	
2	3	St	Festanschlag	MB07w2-52-02	
3	2	St	Sensorhalter	MB07w2-52-03	
4	1	St	Anschlagführung	MB07w2-52-04	
5	1	St	Anschlag	MB07w2-52-05	
6	1	St	Montageblech Ini	MB07w2-52-06	
7	1	St	Zylinderbefestigung	MB07w2-52-07	
8	1	St	Mitnehmerblech	MB07w2-52-08	
9	1	St	Ablageblech Schlepp	MB07w2-52-09	
10	1	St	Blech	MB07w2-52-10	
100	1	St	pneum. Linearantrieb	OSP-P63_00000_01800	ORIGA
101	1	Paar	Deckelbefestigung	6010_OSP-P63 Typ C1	ORIGA
102	2	St	Mittelstütze	20452_OSP-P63 Typ E1	ORIGA
103	1	St	Adapter S25 für beweglichen Mitnehmer	20468_OSP-P63	ORIGA
104	1	St	Pneum. Zylinder	537125_ADNGF-20-40-P-A	FESTO
105	2	St	Drosselrückschlagventil	151178_GRLA-3/8-B	FESTO
106	2	St	Drosselrückschlagventil	151160_GRLA-M5-B	FESTO
107	5	St	Sensor, induktiv	BES 516-325-S4-C	BALLUFF
108	5	St	Klemmhalter	BES12,0-KH-2L	BALLUFF
109	2	St	Führungsschiene Gr. 35	SHS35-L2200	THK
110	1	St	Energiekette	220.275.250.0 38 Glieder	IGUS
111	1	Paar	Anschlusselement, vormontiert	2230.250.2.12	IGUS
112	1	St	Trennsteg geschlitzt, vormontiert, 1 je 2. Glied	2211	IGUS
113	1	St	Druckluftspeicher	3 513 000 040	Bosch

					Datum	Name	X-Achse Traverse		
				Bearb.	15.12.10	Häckel			
				Gepr.					
				Norm			MB07w2-52-00		Stückzahl
									1x
							Themen-Nr.: MB07w2		Blatt
									1
									von 2
Zust.	Änderung	Datum	Name	(Urspr.)			(Ers. f. :)		(Ers. d. :)

1	2	3	4	5	6
Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Sachnummer / Norm - Kurzbezeichnung	Bemerkung
114	1	St	Montagesatz für Druckluftsp.	4 519 011 012	Bosch
115	4	St	Winkel 45x45	3 842 523 558	Bosch
116	2	St	BoschProfil 45x45 L=400	3 842 509 175	Bosch
117	2	St	BoschProfil 45x45 L=700	3 842 509 175	Bosch
118	1	St	BoschProfil 45x45 L=145	3 842 509 175	Bosch
119	2	St	BoschProfil 45x45 L=305	3 842 509 175	Bosch
120	2	St	BoschProfil 45x45 L=380	3 842 509 175	Bosch
201	1	St	Kegelschmiernippel Form C, 90°, 090304	DIN 71412 H3 M8x1, 275341	
202	1	St	Schraube, Innensechskant	DIN 912 – M4x16	

					Datum	Name	X-Achse Traverse			
				Bearb.	15.12.10	Häckel				
				Gep.						
				Norm			MB07w2-52-00			Stückzahl
										1x
							Themen-Nr.: MB07w2			Blatt
										2
										von 2
Zust.	Änderung	Datum	Name	(Urspr.)			(Ers. f. :)		(Ers. d. :)	

1	2	3	4	5	6
Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Sachnummer / Norm - Kurzbezeichnung	Bemerkung
1	1	Stk	Absteckblock	MB07w2-53-01	
2	2	Stk	Adapterplatte	MB07w2-53-02	
3	1	Stk	Dämpferflansch	MB07w2-53-03	
4	1	Stk	Blech	MB07w2-53-04	
5	1	Stk	Blech Schmierung	MB07w2-53-05	
6	1	Stk	Montageblech	MB07w2-53-06	
7	1	Stk	Distanzblock	MB07w2-53-07	
8	1	Stk	Schaltnocke AXDL240	MB07w2-53-08	
100	2	Stk	Klein-Stoßdämpfer	SC650M-8	ACE
101	2	Stk	Anschlaghülse für SC650	AH25	ACE
102	1	Stk	Linearantrieb Parallelmodul	AXDL240SG3220-H25-1400-1754-02-00-Y-1	SNR
103	14	Stk	Nutenstein Bauform S	NUTENSTEIN.8 ST M8 schiebbar	SNR
104	2	Stk	Nutenstein Bauform S	NUTENSTEIN.8 ST M5 schiebbar	SNR
105	9	Stk	Nutenstein Bauform E	NUTENSTEIN.5 ST M5	SNR
106	1	Stk	Servomotor IndraDyn S	MSK-061C-0600-NN-M1-UG1-NN	Bosch Rexroth
107	1	Stk	Energiekette	B15i.7.110.0 38 Glieder	IGUS
108	1	Paar	Anschlusselement, vormontiert	107.34PZ.A1	IGUS
109	1	Stk	Trennsteg geschlitzt, vormontiert, 1 je 2. Glied	154	IGUS
110	2	Stk	Positionsschalter EN50041	091300 NG2RK-510L060	Euchner
111	2	Stk	Anschlußleitung SR6 gerade	098128 SR6EF-20000	Euchner
112	4	Stk	Führungswagen	SHS35-C-QZ-SS-C1	THK
113	1	Stk	PRO C MP6 LC500 Set SF01	24.22.1001.602	PERMA

					Datum	Name	Z-Achse		
				Bearb.	15.12.10	Häckel			
				Gepr.					
				Norm			MB07w2-53-00		Stückzahl
									1x
							Themen-Nr.: MB07w2		Blatt
									1
									von 1
Zust.	Änderung	Datum	Name	(Urspr.)			(Ers. f. :)		(Ers. d. :)

1	2	3	4	5	6
Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Sachnummer / Norm - Kurzbezeichnung	Bemerkung
200	1	Stk	Zylinderkopfschr. mit Ansatz	nIm 07534-10 x 50	NORELEM
201	1	Stk	Bundbohrbuchse DIN 172	nIm 08910-A32-25	NORELEM

					Datum	Name	Z-Achse			
				Bearb.	15.12.10	Häckel				
				Gepr.						
				Norm			MB07w2-53-00		Stückzahl	
									1x	
							Themen-Nr.: MB07w2		Blatt	
									2	
									von 1	
Zust.	Änderung	Datum	Name	(Urspr.)			(Ers. f. :)		(Ers. d. :)	

1	2	3	4	5	6
Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Sachnummer / Norm - Kurzbezeichnung	Bemerkung
1	1	Stk	Greiferhalter	MB07w2-54-01	
2	1	Stk	Grundgestell	MB07w2-54-02	
3	2	Stk	Schutzgitter KW	MB07w2-54-03	
4	2	Stk	Anschlag	MB07w2-54-04	
5	1	Stk	Adapterplatte SiAbst.	MB07w2-54-05	
6	4	Stk	Aufnahme	V436.110.000.003.2	
100	1	Stk	Schwenkeinheit	SRU-plus-40-W-180-3-8-M8	SCHUNK
101	2	Stk	Drosselrückschlagventil	197 581 GRLA-1/8-QS-6-RS-D	FESTO
102	2	Stk	Klein-Stoßdämpfer	SC190M-7	ACE
103	2	Stk	Bolzenvorlagerung	BV14SC	ACE
104	2	Stk	Sensor induktiv	BES M12MI-PSC20B-S04G	BALLUFF
105	2	Stk	Sensor induktiv	BES 516-325-G-S4-C	BALLUFF
106	4	Stk	Klemmhalter Sensor	BES 12,0-KH-2L	BALLUFF
107	1	Stk	BoschProfil 45x45 L=310	3 842 509 175	Bosch
108	1	Stk	BoschProfil 45x45 L=145	3 842 509 175	Bosch
200	2	Stk	Positionsfuß Form A	02040-110	NORELEM
201	2	Stk	Innensechskantschraube	DIN 912 M4 x 30	

					Datum	Name	Greifer		
				Bearb.	15.12.10	Häckel			
				Gepr.					
				Norm			MB07w2-54-00		Stückzahl
									1x
							Themen-Nr.: MB07w2		Blatt
									1
									von 1
Zust.	Änderung	Datum	Name	(Urspr.)	(Ers. f. :)		(Ers. d. :)		

Literaturverzeichnis

- [1] Stefan Hesse, Heinz Schmidt, Uwe Schmidt: Manipulatorpraxis. Vieweg Verlag, 2001

Stefan Hesse, Heinz Schmidt: Rationalisieren mit Balancern und Hubeinheiten. Grundlagen und praktische Anwendung. Expert-Verlag, 2000

- [2] Edmund Schiessle: Sensortechnik und Messwertaufnahme. Vogel, Würzburg 1992

- [3] Andreas/Stuber, Alexander (2010): Der Asset Manager 2010. Industrielle Instandhaltung. Technisches Gebäudemanagement. Handbuch für Praktiker. Verlag H.-Joachim Behrend TradePressAgency, 2010

- [4] K.-H. Grote und J. Feldhusen: Taschenbuch für den Maschinenbau. -22 Aufl. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 2007

Selbstständigkeitserklärung

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig nur unter der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Mario Häckel

Unterschrift:

Mittweida, 2011-02-01